

I. *Ueber Elektrizität durch Vertheilung;*
von Gustav Theodor Fechner.

Nachdem durch die Versuche von Ohm und Riefs die Streitfrage über die gebundene Elektrizität erledigt schien, ist durch Knochenhauer's Versuche in diesen Annalen, Bd. XXXVII S. 444, der Gegenstand wieder in Frage gestellt worden; indem derselbe, in Widerspruch mit jenen Beobachtern, aus seinen Beobachtungen folgern zu müssen glaubt: 1) »dafs, wenn zwei entgegengesetzte Elektrizitäten sich je nach ihrer Distanz vollständig binden, sie alle Wirkung nach aufsen verlieren und allein in Beziehung auf einander stehen, die vorzüglich als gegenseitige Anziehung sich aufsert;« 2) »dafs der Ueberschufs von freier Elektrizität, der sich auf der einen Seite findet und nach aufsen wirkt, seine Wirkungssphäre nach der zweiten Fläche zu, auf der nur gebundene Elektrizität vorhanden ist, nicht über dieselbe hinaus erstreckt; denn im entgegengesetzten Falle würde er noch mehr Elektrizität binden, bis seine Wirkung nach dieser Seite getilgt wäre.«

Unstreitig wäre es Schade, wenn es sich verhielte, wie Knochenhauer angiebt, indem die, nur erst wieder gewonnene, Klarheit über die wichtigsten Verhältnisse der Elektrizität uns dadurch wieder verloren ginge, die schönen Untersuchungen Poisson's dadurch unbrauchbar würden u. s. w.; aber glücklicherweise verhält es sich nicht so, und ich zweifle nicht, dafs Knochenhauer selbst dies zugestehen wird, wenn sich nachweisen läfst, dafs zwar seine Beobachtungen ganz richtig, aber nicht mit hinreichend empfindlichen Apparaten an-

gestellt sind. Es läßt sich aber, dünkt mich, selbst theoretisch nach der von Knochenhauer bestrittenen Ansicht voraussehen, daß nur von empfindlichen Elektroskopen eine Anzeige unter den Verhältnissen erwartet werden kann, wo Knochenhauer solche vermifste.

Es ist in Wahrheit sehr frappant zu sehen, wie die lebhafteste Anziehung, die eine stark geriebene dicke Siegellackstange oder der Knopf einer geladenen Leidner Flasche auf ein an einem Leinenfaden herabhängendes Hollundermarkkugeln oder selbst auf ein hängendes Goldblatt äußert, plötzlich ganz verschwunden scheint, wenn man eine nicht isolirte breite Metallplatte so zwischen den elektrischen und den elektroskopischen Körper einschiebt, daß, wenn der elektrische Körper ein leuchtender Körper wäre, der elektroskopische sich im Schatten der Platte befinden würde (was ich der Kürze halber im Folgenden durch den Ausdruck: *elektrischer Schatten* bezeichnen will); und wie es sich auch in Betreff des fraglichen Punktes verhalten mag, so ergibt sich hieraus jedenfalls ein für die Praxis sehr nützliches (auch bei den folgenden Untersuchungen mehrfach von mir angewandtes) Mittel, wenn man in Gegenwart elektrischer Körper zu operiren hat, den Einfluß derselben bis zum Unmerklichen zu neutralisiren ¹⁾).

So sehr mich selbst anfangs dies Phänomen überraschte, so stellte ich doch bald folgende Betrachtung

- 1) Die Thatsache selbst ist übrigens, wie ich später gefunden habe, schon seit längerer Zeit bekannt. Dufay gründete darauf ein Mittel, leitende Flächen von nichtleitenden zu unterscheiden, wie man in seinen Abhandlungen in den *Mém. de l'Acad. de Paris* nachlesen kann. Als ein einfacher hiermit in Bezug stehender Collegienversuch mag folgender erwähnt werden. Man reibe eine Siegellackstange stark und wickle sie dann fest in Stanniol ein. Sie wird, isolirt am Stanniol angefaßt, nicht die geringsten elektrischen Wirkungen äußern, dieselben aber sogleich wieder in der ursprünglichen Stärke hervortreten lassen, wenn man sie aus dem Stanniol herausnimmt.

an: Die vertheilende Elektricität wirkt auf den elektroskopischen Körper *mit größerer Stärke*, die durch Vertheilung erweckte (kurz: *vertheilte*) entgegengesetzte Elektricität der Platte *aus größerer Nähe*. Ungeachtet nun, wie Knochenhauer richtig bemerkt, mit keinem Gesetze der elektrischen Anziehung verträglich wäre, daß diese Einflüsse sich für alle Entfernungen des elektroskopischen Körpers genau compensirten, so wäre es doch möglich, daß diese Compensation angenähert genug für alle Entfernungen wäre, um die Wahrnehmung einer Wirkung nur noch durch die empfindlichsten Prüfungsmittel zu gestatten.

Bekanntlich hat Poisson durch eine Herleitung aus den bestrittenen Principien selbst nachgewiesen, daß Körper, die sich im Innern einer leitenden (isolirten) Hohlkugel eingeschlossen finden, von Körpern außerhalb der Hohlkugel gar nicht mehr afficirt werden können, wo sich auch die Körper innerhalb und außerhalb der Hohlkugel respective befinden mögen. Denken wir uns die Hohlkugel sehr groß, so wird das Stück derselben, was sich zwischen beiden Körpern befindet, merklich eben werden, die vertheilende ungleichartige Elektricität wird sich auf diesem Stücke der Hohlkugel sammeln, die gleichartige in der übrigen Oberfläche der großen Hohlkugel zerstreuen. Es leuchtet ein, daß eine breite Platte, die wir zwischen beide Körper einschieben und mit dem Erdboden (der hier zum Ersatz des übrigen Theils der Hohlkugel dient) in Verbindung setzen, eine, zwar mechanisch keineswegs gleiche, aber doch sehr ähnliche Anordnung darbietet, von der sich auch wenigstens eine sehr angenäherte Compensation erwarten lassen wird. Da aber die Compensation in der That nicht genau seyn kann, indem sie eben nur für eine wirkliche Kugel genau ist, so galt es, die Abweichung nachzuweisen. Nun finde ich schon unter Faraday's Versuchen (elfte Reihe, Annalen, Bd. XXXXVI)

einige, die mit Knochenhauer's Angaben in Widerspruch stehen; da aber Knochenhauer selbst hiedurch von der Veröffentlichung der seinigen nicht abgehalten worden ist, so dürfte folgende Bestätigung und Erweiterung jener Versuche, bei der sich mir Gelegenheit auch zu mancher neuen Beobachtung darbot, nicht überflüssig seyn. Zu den meisten dieser Versuche hat mir das ausnehmend empfindliche Elektroskop mit trockner Säule gedient, dessen ich mich zu Anstellung der galvanischen Fundamentalversuche ohne Condensator bediene. Täuschungen, welche durch die Beschaffenheit dieses Instruments hervorgehen könnten, sind überhaupt, wenn man nur einigermassen mit Umsicht verfährt, so leicht zu vermeiden, dafs ich keinen daher entnommenen Einwand als gültig anerkennen kann; überdies wurden, wo die Empfindlichkeit eines guten Goldblatt-Elektrometers zureichte, die Resultate auch an diesem bestätigt. Wo die Uebertragung der Elektricität mittelst einer Prüfungsplatte geschah, wurden Gegenversuche nie vernachlässigt, ob nicht die Prüfungsplatte für sich, etwa durch eine Ladung, welche der Gummilackstiel bei vorhergehenden Versuchen oder durch Reibung mit dem Finger angenommen haben konnte, schon einen Ausschlag gäbe.

Knochenhauer konnte keine Anziehungswirkungen am äufsern Beleg einer Leidner Flasche wahrnehmen. Diefs ist ein sicherer Beweis, dafs seine elektroskopische Vorrichtung sehr wenig empfindlich war, oder wenigstens dieser Versuch nicht hinreichend abgeändert wurde; denn man kann sogar ziemlich lebhaftere Anziehungswirkungen daran beobachten, wenn man nur mit Vorsichten, wie folgende sind, verfährt.

Die Flasche (ein Glascylinder, inwendig gleich hoch als auswendig belegt, mit gefirnifstem unbelegten Rande, von verschiedenem Caliber angewandt) wird geladen, isolirt, der Draht mit der Kugel herausgezogen, damit von ihm keine Wirkung ausgehe, dann der äufsere Be-

leg mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt, so daß er sicher keine freie Elektricität behält. Nähert man nun dem äußeren Belege eine, an einem Isolirgriff gehaltene Probeplatte, berührt sie in dieser Nähe, hebt die Berührung wieder auf und bringt sie isolirt an das Elektroskop, so zeigt sie immer negative Elektricität, zum Beweise, daß eine überwiegende positive Wirkung stattfindet. Diese Wirkung ist sehr lebhaft, wenn die Platte dem äußeren Belege in der Nähe seines oberen Randes (wo es vom unbelegten Theile begrenzt wird) gegenübergehalten wird, und nimmt an Stärke ab, wenn man den Versuch mit tieferen Lagen der Platte anstellt. Nähert man diesem oberen Rande geradezu einen Streifen Blattgold oder ein, an einem Leinenfaden schwebendes Hollundermarkkugélchen, so zeigt sich die lebhafteste Anziehung. Sie ist so lebhaft, daß ich bei Anwendung einer kleinen Flasche von etwa 3 Zoll Durchmesser, 6 Zoll Höhe des Belegs und $1\frac{3}{4}$ Zoll Höhe des unbelegten Randes das hängende Hollundermarkkugélchen schon aus einer Entfernung von mehr als 5 Zoll seine Anziehung beginnen sah. Eben so erhält man den lebhaftesten positiven Ausschlag, wenn man die Flasche mit den Händen am äußeren Beleg faßt, und mit einem dem oberen Randes nahen Theile dieses Belegs den Knopf eines Elektrometers berührt.

Inzwischen sind es nicht diese Versuche, welche etwas gegen Knochenhauer beweisen. Alle diese relativ starken Wirkungen hängen nämlich bloß von freier positiver Elektricität ab, die sich über den unbelegten Rand der Flasche, im Fall der Nichtisolirung des äußeren Belegs, verbreitet ¹⁾. Man beweist dies leicht dadurch, daß man die Prüfungsplatte durch eine darüber gehaltene, nicht isolirte Metallplatte in den elektrischen Schat-

1) Diese sehr beträchtliche Elektricität des unbelegten Randes zeigt manche interessante Verhältnisse, von denen ich ein anderes Mal zu sprechen Gelegenheit nehmen werde.

ten in Bezug zum unbelegten Rande einsetzt. Alle jene lebhaften Wirkungen sind dann mit einem Male verschwunden, selbst wenn man die Prüfungsplatte dem oberen Rande des Belegs nähert. Zwar erhalte ich auch hier noch schwache, obwohl für das Säulenelektroskop ganz constante Wirkungen, mit Annäherung der isolirten Prüfungsplatte, die jetzt in der That Beweiskraft erhalten; aber da sich wirksamere Methoden angeben lassen, die gesuchte Elektricität wahrnehmbar zu machen, so will ich nicht dabei verweilen.

Folgendes nun sind Anordnungen, welche die verlangten Wirkungen ganz unzweideutig wahrzunehmen gestatten.

Ich nahm eine runde Metallscheibe von 9 Par. Zoll 4 Lin. Durchmesser und ungefähr 0,8 Lin. Dicke, isolirte sie dadurch, daß ich sie horizontal mit der Mitte auf die obere Basis eines aufrecht gestellten Siegellackcylinders von 1,3 Zoll Durchmesser, und 4 Zoll Höhe, den ich *C* nennen will, legte, setzte drei kleine Siegelacksäulen von 1 Zoll Höhe auf die Scheibe, und legte auf diese Träger eine zweite, der ersten gleiche Metallscheibe, die sich also in 1 Zoll Abstand von der ersten befand. Die untere Scheibe ward jetzt, während die obere mit dem Erdboden communicirte, durch momentane Berührung mit dem Knopfe einer Leidner Flasche geladen, und nun der oberen Platte, die fortwährend mit dem Boden in Verbindung blieb ¹⁾, eine isolirte Prüfungsplatte von oben genähert, dann, nach augenblicklicher Berührung ihrer Rückseite mit dem Finger, zurückgezogen und dem Elektroskop dargeboten, um die durch Vertheilung er-

- 1) Bald durch einen, sie in der Nähe des Randes auf der oberen Fläche berührenden, nach aufwärts geführten, bald (ohne daß dieß die Art der Resultate änderte) durch einen, sie in der Mitte berührenden, etwas schief gegen die Verticale (um der Prüfungsplatte Raum zu geben) aufwärts geführten, durch einen leitenden Umweg mit dem Boden communicirenden, Draht.

weckte Elektricität an dieses zu übertragen¹⁾). Das Elektroskop befand sich selbst, mittelst eines nicht isolirten Schirms, im elektrischen Schatten in Bezug auf die untere Scheibe. Das Elektroskop erhielt dadurch stets negative Elektricität mitgetheilt, Beweis der überwiegenden positiven Wirkung der unteren Scheibe. Diese Elektricität war nicht dann am stärksten, wenn die Prüfungsplatte der oberen Scheibe recht nahe, oder mit ihr in Berührung, sondern wenn sie in einigen Zollen Höhe darüber erhoben war; und sie gab, wenn eine etwas große Prüfungsplatte (von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser) angewandt wurde, nicht nur sehr lebhaft Ausschläge am Säulenelektrometer, sondern vermochte auch ein gutes Goldblattelektrometer bis zu mehren Graden Divergenz zu bringen. Ueber die Entfernung des Maximums hinaus nahm die Wirkung langsam genug ab, um noch bis zu 4 Fufs Höhe über der oberen Scheibe eine Spur von Wirkung mittelst der Prüfungsplatte bemerken zu können. Dafs hiebei keine Täuschung obwaltete, wurde mehrfach dadurch verificirt, dafs das Elektroskop bei Berührung mit der Prüfungsplatte, wenn sie nicht zuvor in dem Wirkungskreise beider Metallscheiben gewesen, oder nicht in diesem Wirkungskreise berührt worden war, keine Spur von Ausschlag zeigte.

Später habe ich diese Versuche so wiederholt, dafs sich zwischen beiden Scheiben blofs Luft befand, indem ich die obere *cd* isolirt am Apparat Fig. 20 Taf. I, die untere auf dem daruntergestellten Isolirstabe Fig. 21 Taf. I horizontal befestigte, von welchen Vorrichtungen später die Rede seyn wird. Die Resultate waren, wie zu erwarten, dieselben.

Im Allgemeinen hielt ich bei allen diesen Versuchen die Prüfungsplatte mit ihrer Mitte gerade über die Mitte

1) Der Kürze halber will ich diese Methode, bei welcher die Prüfungsplatte die entgegengesetzte Elektricität von der annimmt, welche es nachzuweisen gilt, die *vertheilende* Anwendung derselben nennen.

der oberen Scheibe; die Wirkung wuchs aber noch beträchtlich, wenn ich sie viel mehr dem Rande näherte, so jedoch, daß sie immer im elektrischen Schatten blieb.

Diese Versuche sind um so beweisender für die fragliche Wirkung, als die Ladung der beiden Metallscheiben nicht sehr beträchtlich ausfallen konnte; denn bei jedem Versuch einer beträchtlichen Ladung der unteren Scheibe sprang die Elektrizität zur oberen über.

Die vorigen Versuche gelangen auch, wie ich mich speciell überzeugete, wenn gleich vor Annäherung der Prüfungsplatte die Isolirung der oberen Scheibe hergestellt wurde. Doch ziehe ich es, um den Versuch rein zu haben, vor, auch während Darbietung der Prüfungsplatte die vertheilte Scheibe nicht isolirt zu lassen; denn wenn durch den Verlust an Luft und Träger sich die vertheilende Elektrizität der unteren Scheibe mindert, wird dann auch etwas Elektrizität auf der oberen Scheibe frei, welche den Versuch trüben könnte, wenn man nicht ihren Abfluß in die Erde gestattete. Ueberdiß ändern sich, nach Wegziehen des berührenden Leiters, alle Verhältnisse der Vertheilung; es kann sogar neue, der vertheilenden Elektrizität gleichartige Elektrizität im vertheilten Leiter zum Vorschein kommen, wie weiter folgende Versuche beweisen werden. Die nachfolgenden Versuche sind daher im Allgemeinen bei fortgehends nicht isolirtem Zustand des vertheilten Körpers angestellt.

Daß das Maximum der Wirkung in einiger Entfernung von der oberen Scheibe eintritt, kann nichts Auffallendes haben. Für alle Punkte der oberen Scheibe muß die Wirkung der negativen Elektrizität, die sie enthält, genau in Gleichgewicht seyn mit der Wirkung der positiven Elektrizität der unteren Scheibe, sonst müßte mehr oder weniger Elektrizität in der oberen Scheibe zersetzt werden und sich an ihr ansammeln, als es der Fall ist. Erhebt man aber die Prüfungsplatte über die obere Scheibe, so nimmt ihr Abstand von den Punkten

der oberen Scheibe in anderem Verhältnifs zu, als von denen der unteren Scheibe, daher fängt diese an zu überwiegen. Inzwischen kann die Wirkungszunahme mit Erhebung der Prüfungsplatte nur bis zu einem gewissen Maximum gehen, weil bei grofser Entfernung die Wirkung jeder Scheibe für sich schon verschwindet.

Ich habe die Versuche mit denselben Scheiben vielfach abgeändert, z. B. ihren Abstand bis auf 5 Lin. verkleinert und bis auf 10 Zoll vergrößert, und immer das Ueberwiegen der vertheilenden Scheibe und den Umstand beobachtet, dafs erst in einer gewissen Entfernung von der vertheilten das Maximum der Wirkung eintrat. Aehnliche Resultate, abgesehen von Unterschieden der Stärke, lieferten auch runde Scheiben von 3 Zoll Durchmesser in verschiedenen Entfernungen.

Letzterwähnte Versuche mit den gröfseren Scheiben in den *gröfseren* Entfernungen wurden so angestellt, dafs beide *vertical*, blofs durch Luft getrennt, einander gegenüberstanden, die vertheilende isolirt, die vertheilte nicht isolirt. Unter Anderen wurde hiebei auch statt Anwendung der Prüfungsplatten das ganze Säulenelektroskop in den elektrischen Schatten der vertheilten Platte gestellt, und zeigte hiebei, in angemessene Entfernung gebracht, direct einen positiven Ausschlag, der bei gut getroffenen Abstands-Verhältnissen lebhaft genug war. Bewege ich, während sich vertheilende Scheibe und Elektroskop hiebei in fester Lage befanden, die vertheilte nicht isolirte Scheibe zwischen beiden hin und her, so trat immer ein Maximum ein, wenn sich die vertheilte Scheibe ungefähr (denn genaue Messungen habe ich nicht angestellt) in der Mitte zwischen Elektroskop und vertheilender Scheibe befand. Alle diese Wirkungen sind so constant und augenfällig, dafs über ihre Statthaftigkeit gar kein Zweifel obwalten kann. Wer ein Säulenelektroskop von meiner Einrichtung besitzt, wird übrigens auch bei folgenden Methoden (zum Theil selbst

mittelst eines Goldblattelektroskops) leicht und constant den verlangten Erfolg wahrnehmen.

Man halte über den Knopf einer geladenen, nicht isolirten Leidner Flasche eine Metallscheibe, und nähere dieser von oben die Prüfungsplatte mit Vertheilung, so dafs sie sich ganz im elektrischen Schatten der Scheibe in Betreff nicht nur des Knopfs, sondern auch des ganzen Umfangs der Flasche findet. Die Prüfungsplatte wird stets negativ geladen zurückgezogen werden, am stärksten, wenn sie in einer gewissen Höhe über der vertheilten Zwischenscheibe gehalten wurde, während man sie berührte.

Je kleiner diese Zwischenscheibe ist, desto stärker fällt die Wirkung aus; auch nimmt sie wiederum zu, wenn man die Prüfungsplatte vielmehr dem Rande, als der Mitte der Zwischenscheibe nähert. Auch bei dieser Versuchsweise habe ich die Elektrizität an einem Goldblattelektrometer nachzuweisen vermocht, wenn die Zwischenscheibe nicht zu grofs war.

Zwar nur schwache, aber ganz constante Wirkungen erhalte ich ferner auf folgende Weise. Der Siegellackcylinder *C* wird auf einer seiner Basen stark mit Katzenfell gerieben und mit dieser Basis auf die Mitte einer runden Metallscheibe von 4 Zoll Durchmesser gesetzt. So werden beide in Verbindung über den Gipfel eines Säulenelektroskops gebracht (dessen Glocke nur 3 Zoll Durchmesser hat). Die Scheibe bleibt, indem sie mit der Hand gehalten wird, stets nicht isolirt, und das Elektroskop wird ebenfalls so lange nicht isolirt erhalten, bis eine der folgenden Bewegungen begonnen wird. So lange die geriebene Basis mit der Metallscheibe in Berührung bleibt, zeigt sich keine Spur von Wirkung, ich mag die Combination von beiden heben oder senken, was auch nicht anders erwartet werden kann. Halte ich aber die Scheibe mit dem Siegellack ganz nahe über den Gipfel des Elektrometers, und erhebe dann den Siegellack-

cylinder, während die Scheibe ihre Lage behält, so giebt das Goldblatt einen negativen (obwohl nicht bis zum Anschlag an die Polplatte gehenden) Ausschlag, der zunimmt, bis die geriebene Basis einige Zolle über der Scheibe erhoben ist, bei weiterer Erhebung aber wieder abnimmt; bei Rückgang des Siegellacks erfolgt in entsprechender Weise erst zunehmender, dann wieder abnehmender negativer Ausschlag. Halte ich umgekehrt die geriebene Fläche in constanter Höhe von $\frac{3}{4}$ bis 1 Fuß über den Gipfel des Elektroskops, und erhebe die Metallscheibe von der Berührung des Elektrometergipfels an bis zur Berührung der Siegellackbasis, so erfolgt auch hier ein negativer Ausschlag, welcher zunimmt, bis die Scheibe ungefähr bis zur Mitte des Zwischenraums zwischen Elektrometergipfel und geriebener Basis gelangt ist, dann wieder abnimmt. Auch wenn man einen geschlagenen Elektrophor nicht isolirt mit der Rückseite über den Elektrometergipfel hält und erhebt, erhält man einen, bis zu gewisser Gränze mit der Höhe zunehmenden, dann wieder abnehmenden negativen Ausschlag.

Alle diese Erfahrungen vereinigen sich also dahin zu zeigen, daß die vertheilende Elektricität gleich stark mit der vertheilten wirkt auf Punkte, die sich an der vertheilten Fläche selbst befinden, stärker aber als die vertheilte auf Punkte, die in größerer Entfernung liegen.

Nach dem vorstehenden Versuche dürfte man hinreichend berechtigt seyn, die anziehenden und abstossenden Wirkungen der bindenden und sogenannten gebundenen Elektricität aus demselben Gesichtspunkte zu betrachten als die freie Elektricität. Die gebundene Elektricität wird dadurch, daß sie gebunden ist, durchaus mit keinen neuen Eigenschaften begabt. Wenn ihre Anziehung und Abstossung nicht mehr spürbar wird, so erklärt sich dies dadurch, daß sie von der entgegengesetzten Wirkung der bindenden Elektricität stets im Gleichgewicht gehalten oder überwogen wird, und wenn sie nicht

durch Berührung entzogen werden kann, so liegt dieß nicht darin, daß sie in einem besonderen gefesselten Zustande wäre oder die Repulsivkraft ihrer Theilchen verschwunden wäre; diese wird nur aufgewogen durch die anziehende Kraft der bindenden, zwar entfernter, aber entsprechend stärker wirkenden Elektricität ¹⁾, und der berührende Leiter, anstatt etwas entziehen zu können, unterliegt selbst der vertheilenden Wirkung, die von der bindenden Elektricität ausgeht; er tritt in das System der Vertheilung selbst mit ein.

Will man noch künftig einen bestimmten erfahrungsmäßigen Begriff mit dem Namen gebundene Elektricität verbinden, so, dünkt mir, kann es nur der seyn: es ist diejenige Elektricität, welche *unter den Umständen des Versuchs* durch eine, die Communication mit der Erde herstellende, Berührung weder entzogen werden, noch (im Fall eines Nichtleiters) auf eine berührende Prüfungsplatte vertheilend wirken kann. Aber je nachdem man die Stelle und Art der Communication mit dem Erdboden wechselt, werden sich auch die Verhältnisse der gebundenen Elektricität ändern. Man wird dieß gern zugeben, wenn man den Erfolg nachstehender Versuche betrachtet, welche zeigen: 1) daß, wenn man die leitende Communication eines vertheilten Körpers mit dem Boden aufhebt, die Elektricität sich ganz anders in ihm anordnen kann, als während dieser Communication, welche also keineswegs bloß als passive Ableitung für die der vertheilenden Elektricität gleichartige in Rücksicht zu ziehen ist; 2) daß auch, je nachdem man die Stelle der Berührung, den berührenden Leiter oder dessen Lage wechselt, der elektrische Zustand des Leiters, sey es

1) Es läßt sich nämlich mathematisch zeigen, daß die Abstoßung einer mit gleichartiger Elektricität geladenen endlichen Fläche auf einen in ihr liegenden elektrischen Punkt immer nur endlich ist, und in der That von der Anziehung einer entfernteren stärker und ungleichartig geladenen Fläche überwogen werden kann.

während, sey es nach der Berührung, ein sehr verschiedener seyn kann.

Um Wiederholungen und Umschreibungen zu vermeiden, bemerke ich in Betreff der folgenden Versuche ein für alle Mal, dafs, wo nicht etwa ausdrücklich etwas anderes bemerkt ist, der vertheilende Körper stets *positiv* geladen war, dafs ich ferner *Vorderflächen* beim vertheilenden und vertheilten Körper diejenigen Flächen derselben nenne, die sie einander zuwenden, *Hinterflächen* oder *Rückflächen* die, welche sie von einander abwenden. Den mittelsten (und zugleich dem vertheilenden Körper nächsten) Punkt der Vorderfläche des vertheilten Körpers bezeichne ich mit *a*, den mittelsten Punkt seiner Hinterfläche mit *b*. Wo der Abstand zwischen vertheilendem und vertheiltem Körper angegeben ist, bezieht sich die Angabe stets auf die einander nächsten Punkte ihrer Oberflächen.

Die kleine Leidner Flasche *L*, von den oben angegebenen Dimensionen, Fig. 17 Taf. I, wurde mit einer Kupferkugel *A* von 3 Zoll Durchmesser versehen, inwendig positiv geladen, isolirt aufgestellt, um ihre Elektricität länger zu bewahren, und der Kugel gegenüber ein messingener Leiter *acb*, isolirt auf dem überfirniften Glasfusse *e*, aufgestellt. Dieser Leiter ist cylindrisch, von 5,2 Par. Lin. Durchmesser, mit kugelförmigen Knöpfen von 8,3 Lin. Durchmesser an den Enden und 16 Zoll Länge (mit Einschluss der Kugeln). *d* ist eine Metallkappe, *f* ein Paar unächte Goldblättchen, unächt, um nicht gar zu leicht durch Bewegungen der Luft afficirt zu werden; welche jedoch blofs bei den besonders in dieser Hinsicht erwähnten Versuchen angebracht wurden, weil sie natürlich beitragen, die Gestalt des Leiters zu modificiren ¹). Wo nichts besonderes bemerkt ist, stan-

1) Da der Leiter selbst eine etwas complicirte Gestalt hat, so habe ich neuerdings alle oben zu erwähnenden Versuche ohne Goldblättchen auch (mit denselben Resultaten) an einem eisernen reinen Cylinder

den die Oberflächen des Knopfs *a* und der Kugel *A* zwei Par. Zoll von einander ab. An dieser Vorrichtung wurde Folgendes beobachtet:

a) Während der Zeigefinger (bei übrigens eingeschlagener Hand) den Leiter bei *a* berührte (senkrecht gegen die Länge des Leiters) nahm eine berührende kleine Prüfungsplatte allenthalben negative Elektricität vom Leiter auf, selbst wenn sie bei *b* angelegt wurde; doch mit zunehmender Stärke nach *a* hin. Auch, wenn die Prüfungsplatte auf den berührenden Finger oder die Hand gesetzt wurde, nahm sie negative Elektricität an. Wenn bei *b* Goldblättchen vorhanden waren, divergirten sie schwach, aber unzweideutig. Dafs in diesem Betreff keine Täuschung durch ursprüngliche Biegung der Blättchen oder Bewegungen durch die Luft stattfand, erwies sich deutlich genug dadurch, dafs beim Rückziehen der Flasche diese Divergenz jedesmal verschwand und bei Näherung wieder erschien.

b) Wenn der Finger von *a* zurückgezogen ward, und mithin der Leiter jetzt wieder isolirt war, so gab die gröfsere Hälfte desselben nach *b* zu positive, die kleinere nach *a* zu negative Elektricität an die Prüfungsplatte ab. Waren Goldblättchen bei *b* angebracht, so divergirten sie nicht unbeträchtlich. Wurde der Leiter jetzt zurückgezogen (oder die Flasche), so zeigte sich der ganze Leiter negativ. Während des Rückziehens gingen die Goldblättchen, wenn solche vorhanden waren, erst zusammen, und bei noch weiterem Rückziehen wieder mit negativer Elektricität aus einander. Diese Versuche unter *b*) habe ich (ohne Goldblättchen) auch bei Variationen des Abstands zwischen *a* und *A* von 1 zu 10 Zoll (wo die vertheilende Wirkung nicht mehr recht merklich ward) mit gleichbleibendem Erfolge wie-

von 10 Zoll Länge und 4,4 Lin. Durchmesser, welcher durch Anschmelzen auf einer Siegellackstange isolirt war.

derholt, nur rückte der Indifferenzpunkt auf dem Leiter der Mitte um so näher, je größer der Abstand war.

c) Berührt man den Leiter bei b , so daß der Finger, sey es senkrecht, auf dem Leiter ist, oder in dessen Verlängerung fällt, so giebt der ganze Leiter von a bis b , und selbst die berührende Hand, wiederum negative Elektricität an die Prüfungsplatte ab, doch wachsend nach a zu. Waren Goldblättchen bei b angebracht, so war keine oder nur eine zweideutige Divergenz wahrzunehmen. In der That ist die Elektricität bei b sehr schwach, und nur durch Anwendung der Prüfungsplatte auf ein Säulenelektrometer gelingt es sie nachzuweisen.

d) Zieht man den Finger von b zurück, so zeigt sich auch jetzt noch der ganze Leiter von b bis a negativ elektrisch, zunehmend nach a zu. Die etwaige Divergenz der Goldblättchen bei b , wenn solche vorhanden sind, ist aber eben so zweideutig, oder unmerklich als bei b . Während also nach Berührung von a der hintere Theil des Conductors positiv ist (vergl. den Versuch b), ist er nach Berührung von b negativ. Die positive Elektricität ersteren Falls ist aber beträchtlich stärker als letzteren Falls, was nicht nur durch die Divergenz der Goldblätter bewiesen wird, sondern auch dadurch, daß während ersteren Falls die Prüfungsplatte von b , an ein Goldblattelektrometer übergetragen, eine Divergenz von 3° hervorzubringen vermochte, sie letzteren Falls nichts Merkliches davon gab, obschon sie am Säulenelektrometer ihre Wirkung noch ganz unzweideutig zeigte.

Wenn die Kugel A nicht dem einen Ende, sondern der Mitte c des Leiters gegenüberstand (wiederum in 2 Zoll Abstand), so zeigte sich vor aller Communication mit dem Erdboden die Mitte des Leiters auf der Vorderfläche, Hinterfläche und oben negativ; die Enden dagegen eben so ringsum positiv. An der Vorderfläche er-

streckte sich die Negativität beträchtlich weiter gegen die Enden als an der Hinterfläche.

Wurde nun aber der Leiter bei *c oben* mit dem Finger berührt, so zeigte er sich an allen Stellen, mittelst der Prüfungsplatte, negativ, von beiden Seiten zunehmend nach *c* zu, eben so nach Wegziehen des Fingers. Wurde bei *a* berührt, so zeigte während dessen wiederum der ganze Conductur negative Elektricität, am stärksten bei *c*, abnehmend nach *a* und *b*, doch etwas stärker bei *b* als bei *a*. Nach Wegziehen des Fingers zeigte sich wiederum überall negative Elektricität, zunehmend nach *c* zu.

Den unter *b*) angeführten Versuch kann man auch mit einem Goldblattelektroskop wiederholen. Wenn ich einen geriebenen Siegellackcylinder über den Gipfel eines solchen halte, während dieser Gipfel zugleich berührt wird, so zeigt sich trotz dieser Berührung stets eine schwache Divergenz an einem meiner Instrumente, während an einem andern die Wirkung hiebei unmerklich ist. Hebe ich die Berührung auf, so gehen die Goldblätter ersteren Falls zusammen, dann wieder auseinander, letzteren Falls wird bloß die jetzt eintretende zweite Divergenz bemerkt. Ziehe ich die Siegellackstange zurück, so gehen die Goldblätter abermals zusammen, und bei weiterer Entfernung wieder auseinander. Diese letzte Divergenz, wo nun das Elektrometer sich ganz außer dem Wirkungskreise des Siegellacks befindet, ist, wie leicht zu erwarten, positiv. So kann man an demselben Elektrometer einen zweimaligen Wechsel zwischen entgegengesetzter Ladung der Goldblättchen durch diese Manipulation erzeugen. — Resultate, die noch auffallender als die vorigen, den Einfluß der Berührungsweise auf die Anordnung der Vertheilungselektricitäten beweisen, habe ich unter Anwendung von Kugeln, statt des cylindrischen Leiters, erhalten.

Der dreizölligen Kugel *A* der, in diesem Falle nicht iso-

lirten, Leidner Flasche *L*, Fig. 18 Taf. I, wurde eine Messingkugel, ebenfalls von 3 Zoll Durchmesser, gegenüber aufgestellt, welche auf einem wohlgefirnishten und gewärmten Glascylinder *G* isolirt war. Die Messingkugel ward, während sie der vertheilenden Wirkung von *A* unterlag, mit den verschiedenen, nachgehends anzugebenden, Leitern an verschiedenen Stellen berührt, und, *nach Wegziehen des berührenden* (die Communication mit der Erde bewirkenden) *Leiters*, mittelst des Prüfungsplättchens, jedesmal, wo nicht ausdrücklich etwas anderes bemerkt ist, die Elektricität *von der Stelle b* genommen.

Sämmtliche Versuche mit diesen zwei Kugeln wurden bei 2 Zoll Abstand derselben angestellt, und dann noch einmal bei drei Zoll Abstand derselben wiederholt.

War *a* mit dem Finger (horizontal, senkrecht auf die Axe *ab*) oder mit dem einen Knopfe des in der Mitte nicht isolirt gefassten cylindrischen Leiters, der in Fig. 17 Taf. I und S. 333 beschrieben ist, berührt worden, so gab *b* constant positive Elektricität ab. War dagegen die Berührung bei *a* mittelst eines Drahts von 0,85 Lin. Durchmesser und 10 Zoll Länge bewerkstelligt worden, so gab *b* eben so constant negative Elektricität ab, welche Verschiedenheit je nach den Dimensionen des berührenden Leiters ich durch sehr oft wiederholte Versuche verificirt habe. War die Berührung bei *a* mit dem Finger vorgenommen worden, so reichte die positive Elektricität von *b* nicht bis *c*; vielmehr ward der Gipfel der Kugel negativ gefunden. Wenn ich dagegen *a* mit der Mitte einer kupfernen Scheibe von 9 Zoll 4 Linien Durchmesser und 0,8 Lin. Dicke berührt hatte ¹⁾, so war nicht nur die positive Elektricität viel stärker bei *b*, als

1) Die Scheibe wurde hiebei mit den Fingern am Rande gehalten, und beim Wegziehen ein Stück senkrecht auf den Durchmesser *ab* gegen die Kugel *A* hin fortbewegt, ehe sie zwischen beiden Kugeln herausgezogen wurde.

nach Berührung mit dem Finger, sondern es ward jetzt auch der Gipfel c positiv gefunden.

Wenn die Berührung bei b , statt bei a , vorgenommen worden war, so war die nachher von b zu erhaltende Elektricität stets deutlich negativ, wenn der berührende Leiter entweder der Finger oder der Cylinder der Fig. 17 Taf. I oder der dünne Draht war, mochten diese Leiter in Verlängerung der Axe ab oder senkrecht darauf gehalten worden seyn. Wenn dagegen die Berührung bei b mit der Mitte der kupfernen Scheibe vorgenommen worden war, so war von b nachher keine merkliche Elektricität zu erhalten. Diefs hängt damit zusammen, dafs auch während der Berührung die Prüfungsscheibe von der Rückseite der Scheibe um die Mitte keine merkliche Elektricität wegnimmt (wohl aber von dem Rande), wogegen dieselbe während der Berührung mit erstgenannten Leitern nicht nur ringsum den Berührungspunkt negative Elektricität von der Kugel wegnimmt, sondern auch noch stärker von den berührenden Leitern selbst.

Wenn ich den Gipfel c der Kugel mit den, horizontal und senkrecht auf die Richtung ab gehaltenen Finger berührt hatte, so war die Elektricität, die ich nachher von b wegnahm, nicht recht entschieden, schien jedoch schwach negativ, ich konnte sie aber beliebig entschieden positiv oder negativ machen, je nachdem ich die Hand bei der Berührung mehr gegen die vertheilende Kugel der Flasche oder von ihr abwandte. Als anstatt der 3zölligen Kugel eine 1½zöllige durch die Kugel A , bei 2 bis 3 Zoll Abstand, vertheilt wurde, erhielt ich ebenfalls, wenn bei a mit dem Finger berührt worden war, positive Elektricität von b , wenn bei b berührt worden war, negative. War bei a mit dem dünnen Draht berührt worden, so gab dagegen wiederum b negative Elektricität, war bei b berührt worden, noch lebhafter negative Elektricität; alles übereinstimmend mit

den Versuchen an der 3zölligen Kugel. Die übrigen, an dieser angestellten, Versuche habe ich an der $1\frac{1}{2}$ zölligen nicht wiederholt.

Dagegen habe ich die Versuche mit der 3zölligen vertheilten Kugel, bei 2 Zoll Abstand von der vertheilenden gleich grossen, mit gleichem Erfolge auch so wiederholt, dafs die vertheilende dabei von der Leidner Flasche abgesondert und auf einem Siegellackcylinder isolirt war.

So auffallend diese Ergebnisse für den ersten Anblick erscheinen mögen, so lassen sie sich doch bis zu gewissem Grade theoretisch vorausssehen.

Wenn ein, mit dem Erdboden communicirender Leiter durch einen, beispielsweise positiven, Körper vertheilt ist, so mufs sich so viel negative Elektricität in ihm ansammeln, und diese sich so anordnen, dafs, welchen Punkt des Leiters wir auch betrachten mögen, die Resultante der anziehenden und abstofsenden Wirkungen, welche von dieser Elektricität auf die noch vorhandenen natürlichen Elektricitäten des betreffenden Punkts geäufsert werden, genau aufgewogen wird durch eine an Gröfse gleiche und in der Richtung entgegengesetzte Resultante der Elektricität des vertheilenden Körpers, weil, so lange diefs nicht Statt hat, noch neue Vertheilung für diesen Punkt eintreten mufs. Nun macht aber während der Berührung des vertheilten Körpers mit einem Leiter dieser ein Stück des vertheilten Körpers selbst aus, oder bildet eine Fortsetzung desselben, welche in dem hier betrachteten Fall der Nichtisolirung eben so gut blofs vertheilte negative Elektricität enthält, als der vertheilte Körper selbst, welche Elektricität mit zu der Resultante beiträgt, die der Wirkung der vertheilenden Elektricität das Gleichgewicht hält. Entfernen wir den berührenden Leiter mit seiner vertheilten Elektricität, so wird das vorige Gleichgewicht nicht mehr bestehen können, die im vertheilten Leiter rückbleibende negative Elektricität wird

sich anders anordnen müssen, weil auch die Wirkung auf die Punkte der Oberfläche jetzt eine andere wird; betrachten wir aber, ohne Rücksicht auf diese neue Anordnung, blofs die Wirkung, welche das Entführen einer gewissen Quantität vertheilter negativer Elektricität auf den neuen Gleichgewichtszustand bei b haben mufs, so leuchtet ein, dafs, wenn der berührende Leiter bei a , wo sich die stärkste negative Elektricität ansammelt, angebracht war, eine beträchtliche Quantität vertheilter negativer Elektricität mit ihm entzogen, und dadurch ein beträchtliches Uebergewicht der vertheilenden Wirkung, welche positive Elektricität gegen b treibt, eintreten mufs, wofern der berührende Leiter nicht gar zu wenig Oberfläche darbot, wie im Fall der Berührung mit dem dünnen Draht. Diese positive Elektricität, die jetzt neu entsteht, kann mehr als hinreichen, die negative Elektricität, die sich vor dem Abziehen des berührenden Leiters bei b befand, zu neutralisiren. War dagegen der berührende Leiter bei b angebracht, so enthielt er überhaupt nicht so viel vertheilte Elektricität, als wenn er in gröfserer Nähe des vertheilten Körpers angebracht ist; durch seine Entfernung kann daher der vorher bestandene Gleichgewichtszustand *ceteris paribus* überhaupt weniger geändert werden, und, was noch hinzuzufügen ist, durch seine Entfernung wird die Wirkung, welche positive Elektricität gegen b zieht, vielmehr vermindert, als vermehrt; da er ja, wie einleuchtet, vermöge seiner Lage auf der Rückseite bei b durch die negative Elektricität, die er enthielt, eine Bewegung der Elektricitäten in demselben Sinne hervorzurufen streben mufste, als der vertheilende Körper. In der That, je nachdem der berührende Leiter bei a oder b angebracht ist, wirkt seine negative Elektricität in entgegengesetztem oder gleichem Sinne als die Elektricität des vertheilenden Körpers.

Diese allgemeine Betrachtung ist freilich noch keineswegs eine strenge, da wir dabei den Erfolg, den die

mit dem Abziehen des berührenden Leiters erfolgende neue Anordnung der Elektricität im vertheilten Leiter haben muß, nicht in Rechnung zu bringen wissen; inzwischen dürfte sie, was vor jetzt nur beabsichtigt wird, hinreichen, den Erfolg der behandelten Phänomene im Groben übersehen und erklärlich finden zu lassen. Nach einer sonst beliebten Betrachtungsweise würde man die Erklärung so stellen: Wenn der Leiter den vertheilten Körper bei a berührt, wird die vertheilende, bindende Kraft des vertheilenden Körpers zu großem Theil mit durch diesen Leiter beschäftigt, kann sich daher nicht so wirksam auf den vertheilten Körper selbst äußern, als wenn nun der Leiter entfernt wird, worauf die jetzt neu erfolgende Zersetzung natürlicher Elektricitäten positive Elektricität gegen a treibt. Ich überlasse es Jedem, sich der Betrachtungsweise anzuschließen, die ihm am meisten zusagt.

Welche Anordnung der Elektricität unter vertheilenden Einflüssen auf Leiter eintreten müsse, ist ein Gegenstand, der von Poisson unter rein mathematische Bestimmungen gebracht ist, die auf nichts fussen, als auf den bekannten Anziehungs- und Abstofsungsgesetzen der Elektricität, und der Voraussetzung, daß es eine expandible aber incompressible Flüssigkeit sey. Faraday hält diese Voraussetzungen nicht für genügend; er glaubt, daß die vertheilende Kraft in krummen Linien um die Körper herum wirke. Ich gestehe, daß ich nichts in seinen Versuchen finde, was diese Voraussetzung rechtfertigt. Wenn z. B. in seinem Versuche, No. 1218 und 1219 die Kugel auch bei b positiv elektrisch ist, auf der vom vertheilenden Körper abgewandten Seite, so ist ja doch in Rücksicht zu ziehen, daß die Theilchen der vertheilten positiven Elektricität, während sie vom vertheilenden Körper angezogen werden, sich zugleich unter einander abstossen, und diese Abstofsung treibt einen Theil der vertheilten positiven Elektricität

rückwärts auf die abgewandte Seite, und erhält ihn auf derselben. Wenn nach No. 1220 die Tragekugel bei *e* über der vertheilten Kugel durch Vertheilung auch positiv elektrisch wird, in gröfserer Höhe sogar stärker, als in kleinerer, so liegt diefs darin, dafs, wenn die Resultante der vertheilten Elektricität für die Rückseite der vertheilten Kugel selbst eben so grofs ist, als die der vertheilenden, sie für Punkte, die über der Kugel liegen, kleiner wird, als die der letzteren, weil die Entfernung in rascherem Verhältnisse wächst von den Punkten der vertheilten, als der vertheilenden Elektricität.

Die Angabe in No. 1221, nach welcher eine etwas breite nicht isolirte Scheibe über einem elektrischen Körper auf der Mitte der Rückseite sich nicht elektrisch zeigen soll, ist entschieden nicht richtig; obwohl ich die Richtigkeit des Versuchs, aus dem sie geflossen ist, nicht bezweifle. Die Elektricität ist blofs sehr schwach daselbst, um so schwächer, je gröfser man die Scheibe nimmt, so dafs sie allerdings für ein nicht sehr empfindliches Elektrometer bei Anwendung gröfserer Scheiben verschwinden mufs.

Bei Anwendung einer runden Messingscheibe von 4 Zoll Durchmesser, die ich, indem ich sie am Rande mit den Fingern fafste, horizontal über die Kugel *A* (von 3 Zoll Durchmesser) der geladenen Flasche *L* hielt, bekam ich, unter Anwendung eines Prüfungsscheibchens von 8 Lin. Durchmesser aus Goldpapier, schwache, aber sehr entschiedene negative Elektricität von der Mitte der Rückseite der Scheibe. Als statt der Messingscheibe die Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser angewandt ward, nahm zwar das kleine Prüfungsscheibchen von der Mitte der Rückseite nichts Unzweideutiges mehr auf, wohl aber eine runde Prüfungsplatte von 3 Zoll Durchmesser, obwohl auch diese Spuren nur schwach waren.

Faraday vermifste schon bei Scheiben von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Durchmesser die Wirkung. Diefs wäre unnög-

lich gewesen, wenn er sich eines empfindlichen Säulenelektroskops bedient hätte.

Obschon ich nach allem diesen die Poisson'schen Untersuchungen immer noch maßgebend für diesen ganzen Gegenstand halte, muß man doch gestehen, daß die Schwierigkeit ihrer Anwendung für die meisten in der Erfahrung vorkommenden Fälle uns sehr oft noch nöthigen wird, anstatt in der Erfahrung bloße Bestätigungen jener Untersuchungen zu suchen, vielmehr Belehrung von ihr selbst zu erwarten. Ich selbst werde im Folgenden eine Anzahl Erfahrungen mittheilen, welche nach bloß allgemeinen Betrachtungen leicht zu gleichen Schlüssen von einer um die Körper herum wirkenden Vertheilungskraft führen könnten, als die von Faraday angeführten; aber wer möchte sich wirklich getrauen, solchen Betrachtungen hier Gewicht beizulegen, wo es sich um Zusammensetzung und Zerlegung der Wirkungen von unendlich vielen Punkten handelt. In der That fürchte ich, ist mit allgemeinen Betrachtungen gar nichts mit Sicherheit auf einem Felde zu erzielen, auf welchem die Ermittlung der Resultante selbst für den Calcul zu schwierig wird.

Wenn ein isolirter Leiter vertheilt wird, so sieht man es als allgemeine Regel an, daß die der vertheilenden Elektrizität ungleichartige ihr selbst möglichst nahe, die gleichartige möglichst fern geht. Inzwischen läßt diese Regel, selbst wenn man nur einen allgemeinen Anhalt darin suchen will, Vieles unbestimmt.

Eine Messingkugel *A*, Fig. 19 Taf. I, von 3 Zoll Durchmesser ward auf dem gewärmten gefirnißten Glase *G* isolirt, positiv geladen und ihr gegenüber eine Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser und 0,35 Lin. Dicke vertical, auf dem Siegellackcylinder *S* isolirt (durch Einschmelzen des Randes befestigt), so daß der Mittelpunkt der Kugel und der Scheibe einander gegenüber standen. Hier fragt sich nun, ob die Ränder *c*, *d* der

vertheilten Scheibe, oder die Mitte der Rückseite b als entfernteste Punkte anzusehen sind; erstere sind es, direct von der Kugel A aus gemessen, letztere, auf der Oberfläche der vertheilten Scheibe von a aus fortschreitend gemessen. Für erstere Annahme ist b negativ, für letztere positiv zu erwarten. Die Erfahrung entscheidet für das Letzte. Es ist nicht nur b , sondern auch die ganze Hinterfläche und selbst noch ein schmaler Ring am Rande der Vorderfläche positiv; bei allen Abständen der Kugel und Scheibe (d. i. ihren Vorderflächen), wo ich den Versuch angestellt habe, d. i. von 1 bis 8 Zoll.

Um die Indifferenzzone auf der Vorderfläche etwas genauer zu bestimmen, wandte ich theils die vorige, theils, bei einer späteren Wiederholung, eine andere Anordnung des Versuchs an, welche in Fig. 20 Taf. I vorge stellt ist.

M ist eine, mit einer Skale versehene, verticale Stange, an welcher sich der Läufer N , der durch eine Feder in seiner jedesmaligen Lage erhalten wird, auf und abschieben läßt. An diesem Läufer ist die $1\frac{1}{2}$ Fufs lange gefirnifste Glasstange g befestigt, und an dieser die, 2 Zoll 8 Linien lange Siegelackstange s , welche durch Anschmelzen an die Metallscheibe cd (von den angegebenen Dimensionen) befestigt ist. Die Art, wie s an g und g an N befestigt ist (wobei einiges Metall concurrirt), halte ich nicht nöthig näher zu beschreiben oder in der Figur anzudeuten. Die Kugel A von 3 Zoll Durchmesser ruhte auch hier auf dem Glaszylinder G von $5\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 2 Zoll 3 Lin. Durchmesser, welcher selbst auf dem Tische T stand. Bei einer nochmaligen Wiederholung dieser Versuche endlich substituirt ich, um sie so rein als möglich anzustellen, dem Glaszylinder einen Isolirstab, Fig. 21 Taf. I, auf dessen Gipfel die Kugel mit Wachs befestigt wurde. Derselbe ist 5,6 Lin. dick; ab , 1 Zoll lang, ist Gummilack, bc , 11 Zoll lang, ist Glas, mit

Gummilack gefirnist, und *cd*, 2,9 Zoll lang, Metall. Sämmtliche Wiederholungen lieferten gleiches Resultat.

Als Prüfungsscheibe diente eine runde übersilberte Scheibe von Kartenpapier von 8 Lin. Durchmesser, welche, um die Hand etwas fern von dem vertheilten System zu halten, an einem 6 Zoll langen Gummilackstiel auf die in Fig. 22 Taf. I angedeutete, Weise befestigt war.

Unter Anwendung dieser Vorrichtungen fand ich, daß bei Abständen der Kugel und Scheibe von 2 bis 4 Zoll die Indifferenzzone sicher zwischen 0 und 1 Zoll vom Rande lag. Die Mitte des Prüfungsscheibchens, auf 1 Zoll vom Rande gesetzt, gab schon negativen Ausschlag; mit seinem Rande an den Rand der Scheibe (jedoch noch ganz auf die Vorderfläche derselben) gesetzt, positiven. Bei 2 Zoll Abstand glaube ich, daß die Indifferenzzone nicht erheblich abweichend von $\frac{1}{2}$ Zoll vom Rande liegen könne, eine ganz genaue Bestimmung aber halte ich für unmöglich. Die positive Elektricität auf der Rückseite war in der Mitte deutlich schwächer, als am Rande; bei 1 Zoll Abstand zwischen Kugel und Scheibe gab die Mitte des Prüfungsscheibchens, in 1 Zoll vom Rande aufgesetzt, nur Zweideutiges, doch wie es schien, immer noch Negativität, während bei 2 Zoll Abstand die Negativität hier sehr entschieden war. Mit der Näherung scheint also die Indifferenzzone mehr nach der Mitte zu rücken.

Bei Versuchen über Vertheilung im isolirten Leiter ist es wichtig, folgende Vorsichten nicht außer Acht zu lassen. Die der vertheilenden gleichartige Elektricität im vertheilten Körper ist der Absorption durch Luft und den Verlust durch die Träger sehr ausgesetzt. Wollte man also die Versuche längere Zeit fortsetzen, so würde man diese Elektricität geschwächt und die Indifferenzzone verrückt finden. Ganz kann man diesen Uebelstand nicht vermeiden; denn selbst, wenn man einen iso-

lirten Leiter, der sich nur sehr kurze Zeit im Wirkungskreise eines vertheilenden befunden hat, wieder aus demselben bringt, wird er nachher wieder an einem empfindlichen Elektrometer wenigstens Spuren einer, der vertheilenden entgegengesetzten Elektrizität zeigen. Man muß daher, um diesen Uebelstand wenigstens möglichst zu schwächen, die Probe jedesmal unmittelbar vornehmen, nachdem man den zu vertheilenden Körper in den elektrischen Wirkungskreis gebracht oder den vertheilenden Körper geladen hat, und vor jedem neuen Versuche den vertheilten Körper zurückziehen, berühren, und wieder isolirt in den Wirkungskreis bringen, oder den vertheilenden und vertheilten Körper beide berühren, und jenen dann wieder neu laden, was am bequemsten mittelst des Knopfs einer Leidner Flasche geschehen kann.

Außerdem muß man sich natürlich überzeugen, daß bei dem gewählten Abstände zwischen vertheilendem und vertheiltem Körper kein Ueberspringen oder Einsaugen von Elektrizität stattfindet; was leicht dadurch geschieht, daß man prüft, ob nicht der vertheilte Leiter, nach Zurückziehen oder Entladung des vertheilenden, die diesem gleichartige Elektrizität zeigt.

Diese Vorsichten sind bei den vorigen und den folgenden Versuchen nicht vernachlässigt worden. Wenn es nach obigen Resultaten scheinen könnte, daß die Regel, die der vertheilenden gleichartige Elektrizität an den entferntesten Stellen des vertheilten Leiters zu suchen, noch ihre Gültigkeit habe, wenn man die Entfernungen vom nächsten Punkte des vertheilten Leiters auf der Oberfläche mißt, so ergibt sich doch bei Betrachtung anderer Fälle, daß sie auch auf diese Weise gefaßt, nicht Stich hält.

Zu den vorigen Versuchen war eine ganze Scheibe angewandt worden; als aber eine ähnliche Scheibe angewandt wurde, die in der Mitte mit einer runden Oeff-

nung von einigen Linien durchbohrt war, zeigte sich immer noch um den Rand des Lochs auf der Rückseite positive Elektrizität, wenn gleich die Prüfungsscheibe so angewandt wurde, daß nichts vom Loch verdeckt ward. Dessen ungeachtet lassen sich, wenn man längs der concaven Oberfläche des Lochs mißt, diese Punkte hier als sehr nahe betrachten.

Auch, wenn man metallische Streifen und Cylinder von angemessenen Dimensionen durch eine Kugel vertheilt, indem man die Mitte derselben der Mitte der vertheilenden positiven Kugel gegenüber anbringt, findet man (Fig. 23 Taf. I) die Mitte der Rückseite *b* positiv, ungeachtet der Weg von *a* zu *b*, selbst auf der Oberfläche gemessen, hier viel kürzer ist, als von *a* zu anderen, auf der Vorderfläche liegenden, Punkten, die sich negativ finden.

Um die Vertheilungsversuche mit Streifen und Cylindern anzustellen, wurde am Apparat, Fig. 20 Taf. I, die verticale Siegellackstange *s* vom Glasarm *g* entfernt, und statt derselben ein horizontaler gefirnifster Glasstab an das Ende von *g* befestigt, senkrecht auf die Stange *g*, so daß sie zusammen ein horizontales |— bildeten. An diesen Querbalken wurden zwei, 10 Zoll lange, Schlingen von feinen Seidenfäden gehängt, in welche der Streifen oder Cylinder so eingelegt ward, daß die Schlingen ihn nahe an den Enden faßten. Solcherge-
stalt befand sich der Streifen, senkrecht auf *g*, so wie auf den hölzernen Maafsstab, in beträchtlicher Entfernung von der störenden Einwirkung anderer Leiter. Die Messingkugel von 3 Zoll Durchmesser, auf dem Isolirstab, Fig. 21, Taf. I, wurde darunter angebracht.

Unter Anwendung eines Zinkstreifens von 5 Zoll 7 Lin. Länge, 10 Lin. Breite, 1 Lin. Dicke, zeigte sich bei Abständen, variirend von 8 Lin. bis 8 Zoll, die ganze Hinterfläche immer positiv. Bei den Abständen 1 und

2 Zoll wurde die, auf der Vorderseite (untere Seite) liegende Indifferenzstelle aufgesucht und innerhalb des ersten Zolls vom Ende gefunden.

Eben so zeigte sich innerhalb gleicher Gränzen der Abstände die ganze Hinterfläche und ein Theil der Vorderfläche an den Enden positiv bei einem Messingstreifen von 14 Zoll Länge, 1 Zoll 7 Lin. Breite und 1,2 Zoll Dicke, und einem eisernen Cylinder von 7 Zoll 1 Lin. Länge und 5,9 Lin. Durchmesser. Die Elektricität an den Enden der Hinterfläche war aber stets stärker, als in der Mitte derselben.

Wieder jedoch würde man irren, wenn man nach vorstehenden Beispielen glauben wollte, daß der Punkt *b* der Hinterfläche immer positiv sey. In der That bei Anwendung eines eisernen Cylinders von 12 Zoll Länge 4,2 Lin. Dicke zeigte sich bei Abständen, die ich von 1 zu 2 Zoll variirt habe, die Rückseite an der Stelle *b* negativ statt positiv. Bei 2 Zoll Abstand lag die Indifferenz, statt auf der Rückseite zwischen 1 und 2 Zoll von der Mitte, auf der Vorderseite aber zwischen $1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{4}$ Zoll vom Ende, so daß also auf der Vorderseite sich die negative Elektricität weiter von der Mitte an erstreckte, als auf der Rückseite. Bei 1 Zoll Abstand lag die Indifferenzstelle auf der Rückseite ebenfalls zwischen 1 und 2 Zoll von der Mitte, auf der Vorderseite zwischen 2 und 3 Zoll vom Ende hatte sich jedenfalls hier mehr zusammengezogen.

Da dieser Cylinder sich von dem vorigen sowohl in Dicke als Länge unterschied, so verglich ich, um zu finden, auf welchem Umstande hauptsächlich die Verschiedenheit in Betreff der Elektricität der Stelle *b* beruhte, zwei Stahldrähte von gleichem Durchmesser (1,8 Lin.), aber verschiedener Länge, indem der eine bloß 3 Zoll, der andere 12 Zoll 3,5 Lin. Länge hatte. Hier zeigte sich dann bei Abständen, variirt von 8 Lin. bis

2 Zoll, dafs der kurze Draht bei b positiv, der lange dagegen negativ elektrisch war.

Inzwischen sind die übrigen Dimensionen nicht ohne Einflufs. Bei Vergleich zweier Streifen Kartenpapier von der gleichen Länge, 8 Zoll 8 Lin., aber verschiedener Breite, zeigte sich bei 1 Zoll Abstand der Streifen von 3 Lin. Breite lebhaft negativ, der von 1 Zoll Breite schwach positiv bei b .

Die 3zöllige, auf dem Isolirstabe, Fig. 21 Taf. I, befestigte Messingkugel wurde mit einem hohlen Cylinder von dünnem Weissblech, von 3 Zoll 6 Lin. Durchmesser, 2 Zoll 8 Lin. Höhe und 0,18 Lin. Wanddicke umgeben, der an dem Stabe g der Fig. 20 Taf. I mittelst Seidenfäden so aufgehängt war, dafs seine Axe vertical war, Fig. 24 Taf. I. Da der Kugel innerhalb des Cylinders eine zu ihm symmetrische Lage gegeben war, so ragte die Kugel unterhalb und oberhalb desselben um 2 Lin. hervor, und hatte von seiner inneren Oberfläche ringsum (im horizontalen Aequator) den Abstand von 3 Linien. Die Kugel wurde geladen, schwach genug, dafs kein Ueberspringen zum Cylinder stattfand, was durch besondere Proben verificirt wurde. Die ganze Aussenfläche des Cylinders zeigte sich positiv, stärker an den Rändern als in der Mitte der Cylinderfläche; die Innenfläche war negativ, bis auf ein schmales Streifchen am Rande, welches erkannt wurde, als ich ein 2 Linien breites Prüfungstreifchen anwandte. Dieses, auf die Innenfläche an den Rand angelegt, so dafs nichts von ihm über den Rand herausragt, nahm stets positive Elektricität auf. Wandte ich das Prüfungsscheibchen von 8 Lin. Durchmesser eben so an, so ragte diefs schon tief genug in die negative Sphäre hinein, dafs es stets negativ zurückgezogen wurde. Die Kugel selbst zeigte sich, wie zu erwarten, am schwächsten positiv an den beiden, aus dem Cylinder hervorragenden Gipfeln, nach ihrem Aequator zu nahm die Intensität zu.

Dieser Versuch bietet in sofern etwas Auffallendes dar, als wir hier der positiven Kugelfläche selbst gegenüber (an den Rändern der Innenfläche des Cylinders) noch positive Elektricität auftreten sehen.

Inzwischen zeigt sich Analogie auch bei andern Anordnungen.

Die Kupferscheibe von 9 Zoll 4 Lin. Durchmesser und 0,35 Lin. Dicke wurde wie in Fig. 20 Taf. I angebracht, und ihr gegenüber und parallel damit eine Zinkscheibe von gleichem Durchmesser und 0,6 Lin. auf dem Isolirstabe, Fig. 21 Taf. I befestigt.

Bei Variationen des Abstandes zwischen beiden Scheiben von $\frac{1}{2}$ bis 6 Zoll fand sich, wenn die untere positiv geladen war, die Unterfläche der oberen nahe am Rande ebenfalls noch positiv, [so wie auch die ganze Oberfläche. Bei den größeren Abständen war diese positive Zone am Rande der Unterfläche größer oder die Indifferenzzone der Mitte näher, als bei den kleineren Abständen. Bei $\frac{1}{2}$ und 1 Zoll Abstand z. B. gab ein 2 Lin. breites Prüfungsscheibchen, unmittelbar, Rand an Rand, doch ganz auf die Unterfläche, gesetzt, positive Elektricität, das Prüfungsscheibchen von 8 Lin. Durchmesser aber, eben so angewandt, schon negative Elektricität, weil es zu weit in die negative Sphäre hineinragte. Bei 2 Zoll Abstand verhielt es sich eben so, aber die negative Elektricität, welche das Prüfungsscheibchen anzeigte, war sehr schwach; bei 3 Zoll Abstand zeigte dieses nichts (obschon immer noch das Prüfungstreifchen). Bei höheren Abständen wird die vertheilende Wirkung überhaupt nur schwach, aber selbst das Prüfungsscheibchen zeigte nun deutlich positive Elektricität, auf die angegebene Art am Rande der Unterfläche angewandt. Inzwischen ist in allen Fällen die positive Elektricität am Rande der Oberfläche beträchtlich größer, als am Rande der Unterfläche, auch bei Anwendung des schmalen Prüfungstreifchens.

II. Ueber die Richtung des elektrischen Nebenstroms; von Peter Rieffs.

Henry ¹⁾ hat aus Versuchen über die magnetisirende Eigenschaft des elektrischen Nebenstromes geschlossen, daß derselbe seine Richtung ändert mit der Entfernung des Nebendrahtes vom Hauptdrahte ²⁾. Diese Behauptung wird dadurch besonders wichtig, daß sie die bekannten Eigenthümlichkeiten der elektrischen Magnetisirung ganz auf Rechnung des elektrischen Stromes setzt und eine anomale Magnetisirung nicht mehr gelten läßt. Die Grundlosigkeit einer solchen Annahme kann, wie ich früher angedeutet, aus Savary's Versuchen, zu deren Erklärung sie dienen soll, hinlänglich dargethan werden; schon der einzige Versuch spricht unzweideutig gegen dieselbe, in welchem entgegengesetzte Magnetisirungen durch graduelle Verstärkung der Ladung der Batterie erfolgen. — Ich habe indessen versucht, die Richtung des elektrischen Nebenstromes auf directe Weise zu bestimmen, und halte meine Versuche schon darum der Mittheilung werth, weil sie zeigen, wie gefährlich es ist, an die Stelle eines Unerklärlichen, mit Umgehung

1) Poggend. Annal. Ergänz. Bd. I S. 305.

2) Denselben Schluss wiederholt Matteucci neuerdings in einem Schreiben an die Pariser Academie (*Compt. rend.* 10 aout 1840), in welchem Versuche reproducirt werden, die von Henry am Ende des Jahres 1838 (*Transact. amer. phil. soc.* VI, p. 17), und von mir zu Anfange 1839 (Poggend. Annal. Bd. XXXVII S. 55) beschrieben worden sind. Die Bemerkung Savary's (a. a. O.), daß Hr. M. keine Kenntniß von meiner Abhandlung gehabt haben konnte, muß auf die französische Uebersetzung derselben bezogen werden, welche ich erst im April 1840 fertigte, und die später in den *Annales de chimie* abgedruckt worden ist.

des Experiments, ein neues nicht minder Unerklärliches zu setzen.

Bringt man in dem Nebendrahte einer elektrischen Batterie einen Isolator an, der von der Elektricität nicht durchbrochen wird, so entsteht kein Nebenstrom. Nichtsdestoweniger ist das elektrische Gleichgewicht des Drahtes durch den Act, der den Nebenstrom einleitet, gestört worden, wie sich durch einen leichten Versuch zeigen läßt. Setzt man nämlich die freien Enden des Nebendrahtes einander gegenüber auf die entgegengesetzten Flächen einer dünnen Harzplatte, so zeigen sich, nach der Entladung der Batterie durch den Hauptdraht, die beiden Flächen auf das Bestimmteste von einander unterschieden. Es sind auf denselben eigenthümliche elektrische Figuren entstanden, zu deren Erkennung in den meisten Fällen ein leichtes Anhauchen der Fläche hinreicht. Will man die Figuren fixiren, so geschieht dieß, wie es Lichtenberg gelehrt hat, durch Bepuderung derselben mit einem Gemenge von Schwefelblumen und Mennige. Auf der einen Fläche der Harzplatte entsteht hierdurch eine rothe Scheibe mit rother Kreiseinfassung, auf welche ein dunkler (nicht bestäubter) Kreis folgt, von welchem gelbe Strahlen ausgehen (Taf. II Fig. 1); auf der andern Fläche sind gelbe und rothe Kreissegmente sichtbar, die von einem breiten rothen Ringe eingefasst werden (Taf. II Fig. 2). Die Strahlen und der Ring nehmen mit der Stärke der elektrischen Erregung an Ausdehnung zu, nur bei sehr schwacher Erregung fehlen die Strahlen der ersten Figur und eine einfache rothe Scheibe bleibt übrig, die indess hinlänglich von der zweiten Figur unterschieden ist, in welcher stets der rothe Ring erkennbar bleibt. Von der Beziehung dieser Figuren zu dem elektrischen Zustand der Enden des Nebendrahtes, die sie erzeugen, läßt sich nach ihrer Form nichts Bestimmtes aussagen, da jede derselben zusammengesetzt ist aus den beiden Grundformen, die Lichten-

tenberg als positive und negative unterschieden hat. Wie falsch es seyn würde von der ersten Figur auf einen ausschliesslich positiven Zustand der sie erzeugenden Spitze zu schliessen, wie man bei dem ersten Anblicke zu thun geneigt seyn könnte, wird unten erhellen.

Ich habe den elektrischen Nebenstrom in vielen Versuchen Stahlnadeln magnetisiren und die beschriebenen Figuren erzeugen lassen, und will die merkwürdigsten Ergebnisse anführen. Der Deutlichkeit wegen lege ich der Beschreibung das Schema, Taf. II Fig. 3, zu Grunde. Die elektrische Batterie wird durch den Schliessungsbogen *ABCD* entladen; der Theil *AB* desselben, der auf den Nebendraht einwirkt, ist, eben so wie der ihm gegenüberstehende Theil *ab* des Nebendrahtes, zu einer flachen Spirale aufgewunden; mit *C* und *D* sind die Arme eines Henley'schen Ausladers bezeichnet, die, wo es nicht anders bemerkt ist, durch einen kurzen Kupferdraht verbunden sind. Die Nebenspirale (deren Stelle *ab* angiebt) ist durch zwei 3 Fufs lange Kupferdrähte verlängert, der eine Draht setzt in eine kurze, enge, rechtsgewundene Drahtschraube fort, an welcher ein Ende mit *m* bezeichnet ist. Die Enden des ganzen Nebendrahtes werden von 2 sehr feinen Spitzen; α und β , gebildet, die auf Glasstäben isolirt mittelst einer Schraubenvorrichtung gegen einander bewegt werden können. Zur Erzeugung der Figuren wird zwischen diese Spitzen, rechtwinklig gegen dieselben und sie berührend, eine kleine Glas- oder Kupferplatte gebracht, welche auf beiden Flächen einen dünnen Ueberzug von schwarzem Pech oder Harz erhalten hat. Der Stoff der Platte ist gleichgültig, da dieselbe an einem isolirten Statif befestigt wird. Ich habe auch zuweilen, bei sehr schwacher Elektricitäts-erregung, eine einseitig überzogene Kupferplatte gebraucht, auf welcher zwar nur eine Figur, diese aber in bestimmteren Umrissen gebildet wird. Eine schon gebrauchte Harzflä-

che muß über der Lichtflamme bis zum Schmelzen erhitzt werden, ehe sie wieder angewendet wird. In der unten folgenden Tabelle ist bei den einzelnen Versuchen die Spitze angegeben, welche die Strahlenfigur Taf. II Fig. 1 erzeugte. Um die Magnetisirung durch den Nebenstrom zu untersuchen, wird das Ende α mit β verbunden, und eine neue englische Nähnadel von bestimmten Dimensionen ($13''$,9 lang $0''$,209 dick) in eine Glasröhre eingeschlossen in die Drahtschraube bis zu einer bestimmten Tiefe geschoben. Die Magnetisirung der Nadel wurde nach der Abstofsung des Nordpols einer Bussole durch dieselbe beurtheilt, wobei die Polarität des Endes der Nadel, das an der Marke m lag, genau gemerkt wurde. In der Tabelle soll die Magnetisirung als normal mit $+$ bezeichnet werden, wenn sie bei positiver Ladung der Batterie m einem Nordpol, bei negativer einem Südpol entspricht. In diesem Falle nämlich findet, bei Annahme eines gleichgerichteten Stromes im Haupt- und Nebendrahte, die bekannte elektrodynamische Regel ihre Anwendung. Eine entgegengesetzte Magnetisirung wird als anomal mit $-$ bezeichnet. Die Batterie bestand bei den folgenden Versuchen aus fünf Flaschen, und wurde, wo es nicht anders bemerkt ist, mit positiver Elektrizität geladen. Die Kugeln der Maassflasche standen $\frac{1}{2}$ Lin. von einander entfernt. Wo der Hauptdraht als verlängert bezeichnet ist, war zwischen den Armen des Henley'schen Ausladers ein Neusilberdraht, $3' 2''$ lang $\frac{1}{12}''$ dick, befestigt worden. Es wurde zuerst die kleine Haupt- und Nebenspirale (aus 13 Fufs Kupferdraht bestehend) angewendet; zwischen den Spiralen befand sich eine Glasscheibe.

Entfernung der Spiralen.	Elektricitätsmenge.	Hauptdraht.	Polarität bei <i>m</i> .	Magnetisirung.	Fig. 1 entsteht bei:
1 ^m	5		Nord	+ 0°,7	β
1	10		N.	+ 3,0	β
1	10	verlängert	Süd	— 9,0	β
1	10 negat.	verlängert	N.	— 10,0	α
1	20		N.	+ 5,0	β
1	20	verlängert	S.	— 7,7	β
1	30		N.	+ 3,3	β
1	30	verlängert	S.	— 4,6	β
3	30		N.	+ 5,7	β
5	30		N.	+ 7,5	β
5	30	verlängert	S.	— 5,0	β
15	30		N.	+ 4,5	β
25	30		N.	+ 1,0	β
25	30	verlängert	S.	— 6,0	β
39,5	30		S.	— 1,2	β

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit der großen Haupt- und Nebenspirale (aus 53 Fuß Kupferdraht bestehend) angestellt.

Entfernung der Spiralen.	Elektricitätsmenge.	Hauptdraht.	Polarität bei <i>m</i> .	Magnetisirung.	Fig. 1 entsteht bei
2 ^m	4		S.	— 2°,3	β
2	4 negat.		N.	— 3,3	α
2	20		N.	+ 0,3	β
2	4	verlängert	S.	— 9,0	β
5	20		N.	+ 5,0	β
10	20		N.	+ 3,7	β
10	20 negat.		S.	+ 2,5	α
20	20		N.	+ 2,5	β
20	20 negat.		S.	+ 2,3	α
36	20		N.	+ 0,5	β

In diesen Versuchen sind, wie man aus den Ablesungen der Bussolnadel und den ihnen vorgesetzten Zeichen sieht, die Magnetisirungen der Stahlnadel stärker und schwächer, normal und anomal erfolgt. Das letz-

tere ist durch Entfernung der beiden Spiralen von einander, durch Veränderung der Ladung und durch Verlängerung des Hauptdrahtes mittelst des 3' 2" langen Neusilberdrahtes erlangt worden: Ich habe auf diese letzte Art, eine anomale Magnetisirung durch den Nebenstrom zu erhalten, vor längerer Zeit aufmerksam gemacht, und muß hier wiederholt darauf deuten, da mir bisher kein Fall vorgekommen ist, in welchem die angegebene Verlängerung des Hauptdrahtes eine normale Magnetisirung durch den Nebendraht erlaubt hätte. — Gänzlich unabhängig von der Stärke und Richtung der Magnetisirung ist aber die Bildung der elektrischen Figuren auf den Harzflächen. Dieselben sind desto größer und ausgebildeter, einen je stärkeren Nebenstrom man hervorgerufen hat, und ihre Lage gegen den Hauptstrom ist durchaus bestimmt. Man sieht sogleich durch Vergleichung der Tabellen mit dem Schema, Taf. II Fig. 3, dafs, ohne eine einzige Ausnahme, die Strahlenfigur, Taf. II Fig. 1, stets an *der* Spitze des Nebendrahts entsteht, welche dem von der positiven Belegung der Batterie ausgehenden Theile des Hauptdrahtes zunächst liegt, mochte nun der Nebenstrom die Stahlnadel in normalem oder anomalem Sinn magnetisirt haben. Die Spitzen des Nebendrahtes, welche die Figuren erzeugen, standen 6 Fufs von der Batterie, 9 Fufs von der Elektrisirmaschine entfernt, so dafs der Einflufs der freien Elektrizität des Apparats nicht zugegeben werden kann. Dann aber ist der elektrische Zustand der Spitzen offenbar derselbe, welcher bei Entfernung der Harzplatte den Nebenstrom constituirt, und der Schlufs ist unabweisbar, dafs die Richtung des Nebenstromes eine unveränderliche und in keiner Beziehung zu der Richtung des durch ihn erzeugten Magnetismus ist. Welche diese Richtung des Nebenstromes sey, wurde auf folgende directe Weise ausgemacht. Zwei dreizöllige Condensatorplatten wurden durch eine dünne Glimmerplatte getrennt; ich verband das eine Ende des

Nebendrahtes mit der unteren Platte, und näherte das andere Ende der kleinen Kugel, in welche die obere Platte fortsetzte. Nachdem die Batterie durch die Hauptspirale entladen worden war, hob ich die obere Platte ab und prüfte sie an einem Elektrometer. Der Versuch erfordert einige Vorsicht. Steht nämlich das freie Drahtende zu entfernt von der Kugel des Condensators oder derselben zu nah, so wird in dem Zwischenraum gar kein, oder ein sehr heftiger Funke bemerkt; in beiden Fällen findet sich keine Spur von Elektrizität im Condensator. Bei gehörig regulirter Entfernung geht ein kleiner bläulicher Funke über, und die abgehobene Collectorplatte ist so stark elektrisch, daß sie auch bei schwacher Ladung der Batterie ein Goldblattelektrometer zur Divergenz von 30° bringt. Ich lud die Batterie mit der Menge 6 positiver oder negativer Elektrizität und untersuchte die Elektrizitätsart der Collectorplatte. In allen Fällen wurde bei positiver Ladung der Batterie die Platte von dem Ende β des Nebendrahtes negativ geladen, von dem Ende α positiv; bei negativer Ladung hingegen von α negativ, von β positiv. Man sieht, daß die Strahlenfigur, Taf. II Fig. 1, stets von der mit negativer Elektrizität geladenen Spitze erzeugt wurde, wonach in allen angeführten Versuchen der Weg der beiden Elektrizitäten bestimmt ist. Denkt man sich nämlich den Condensator entfernt und die freien Enden des Nebendrahtes einander nahe gerückt, so entsteht eine Entladung der selbst angehäuften Elektrizitäten, und hierdurch der Nebenstrom, dessen Richtung an der Unterbrechungsstelle gegeben ist, und weiter durch den ganzen Draht verfolgt werden kann. Ein Blick auf Fig. 3 zeigt, daß der Strom im Nebendrahte dieselbe Richtung hat, welche die Entladung im Hauptdrahte verfolgt. Diese Versuche stellen daher den Satz, den ich schon früher angenommen habe, der aber mehrfach in Abrede gestellt worden, unbestreitbar fest, den Satz nämlich:

Der Nebenstrom der elektrischen Batterie hat unter allen Umständen, welche eine verschieden gerichtete Magnetisirung durch denselben bedingen, im Nebendrahte stets dieselbe Richtung, welche der Entladungsstrom im Hauptdrahte hat.

III. Ueber die Principien der elektro-magnetischen Maschinen; von M. H. Jacobi.

(Ein Vortrag, gehalten in der diesjährigen Versammlung britischer Naturforscher zu Glasgow. — Aus dem „*Athenaeum*“, No. 678.)

Ich habe die Ehre, der britischen Versammlung einen Abriss von den Gesetzen der Wirkung elektro-magnetischer Maschinen vorzulegen, Gesetzen, die uns befähigen, die wichtige Aufgabe von der Anwendung des Elektro-Magnetismus als bewegende Kraft in genauer Weise zu lösen. Seit dem Beginn meiner Arbeiten, die zum Theil eine rein practische Tendenz hatten, nahm ich mir vor, die Lücke, welche noch in unserer Kenntniß vom Elektro-Magnetismus übrig war, so viel wie möglich auszufüllen. Mit Hülfe des Hrn. Lenz verfolgte ich die Arbeiten, die um so schwieriger waren, als sie in der Richtung, die ich einzuschlagen für nöthig hielt, wenig Vorgängerinnen hatten, und wir begannen daher die Gesetze der Elektro-Magnete sorgfältig zu untersuchen. Der Bericht, welcher die Resultate unserer Untersuchungen enthält, wurde im Juni 1838 vor der Petersburger Academie gelesen ¹⁾. Ich nehme mir die Freiheit, zuvörderst den Inhalt dieses Berichts hier kurz zu wiederholen.

Das Problem, welches ich zu lösen suchte, kann folgendermaßen aufgestellt werden. Wenn ein Kern von weichem Eisen und eine Volta'sche Batterie von gewisser Oberfläche gegeben sind: In wie viel Elemente muß diese Oberfläche getheilt werden? wie dick muß der den

1) Vergl. Annal. Bd. XXXXVII S. 225 und 401.

Eisenkern umgebende Draht seyn, und endlich, wie viel Windungen muß dieser machen, um den größten Betrag von Magnetismus hervorzubringen? Ich will mich hier nicht darüber auslassen, auf welche Weise wir verfahren oder welchen Grad von Sicherheit die nach unseren Beobachtungen aufgestellten Gesetze besitzen. Ich nehme mir nur die Freiheit die einzelnen Gesetze darzulegen.

1) Die Stärke des in weichem Eisen durch galvanische Ströme erregten Magnetismus ist proportional der Kraft dieser Ströme. 2) Die Dicke des in Gestalt einer Schraube den Eisenstab umgebenden Drahts ist durchaus gleichgültig, vorausgesetzt, daß die Schraube stets eine gleiche Zahl von Gängen habe und der Strom stets von gleicher Stärke sey. Diefs Gesetz gilt auch für den Fall, daß, statt der Drähte, Streifen von Kupfer genommen werden. Delsungeachtet muß ich bemerken, daß es, um einen Strom von gleicher Stärke zu erhalten, nöthig ist, einen Volta'schen Apparat von größerer Kraft zu gebrauchen, sobald dünne Drähte, die einen größeren Widerstand darbieten, angewandt werden. 3) Bleibt der Strom sich gleich, so kann, in der Mehrzahl der practischen Fälle, der Einfluß des Durchmessers der Schraube vernachlässigt werden. 4) Die gesammte Wirkung der elektro-magnetischen Schraube auf den Eisenstab ist gleich der Summe der Wirkungen, die jede Windung einzeln ausübt.

Mit Hülfe dieser Gesetze und der Ohm'schen Formel, deren Wichtigkeit erst neuerlich einige britische Physiker zu würdigen angefangen, haben wir eine Formel aufgestellt, die alle zur Erlangung des Maximums von Magnetismus erforderlichen besonderen Umstände umfaßt, und in folgender äußerst einfachen Weise ausgedrückt werden kann: *das Maximum des Magnetismus wird immer erhalten, wenn der gesammte Widerstand des die Schraube bildenden Leitungsdrahts gleich ist dem gesammten Widerstande der Säule.* Bezogen auf

das von Hrn. Faraday entdeckte merkwürdige Gesetz der festen Wirkung des galvanischen Stroms ergibt sich, daß der Magnetismus des weichen Eisens, dividirt durch den Zinkverbrauch, eine Gröfse, die wir den öconomischen Effect nennen, in Bezug auf das Maximum dieses Magnetismus eine constante Gröfse ist oder ein Ausdruck, in den weder die Dicke der Drähte noch die Zahl der aus der gegebenen Gesamthfläche einer Batterie gebildeten Plattenpaare eingeht, sondern nur die Gesamthdicke der Hülle.

Nach Beendigung dieser ersten Untersuchungen und nach Erlangung dieser Resultate, die nicht blofs ihrer Einfachheit, sondern auch ihres practischen Werthes wegen höchst befriedigend sind, gingen wir daran, unsere Untersuchungen auf Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen anzuwenden. Hier fragt es sich, ob Länge oder Dicke des Kerns eine spezifische Wirkung ausübe, oder ob der Grad des Magnetismus blofs von der Construction des Schraubendrahts und der Stärke des Stromes abhängt. Die Lösung dieses neuen Problems bietet gröfsere Schwierigkeit dar, als das, dessen vollständige Lösung uns gelang. Wir waren nun gezwungen, Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen, und folglich, nach aller Wahrscheinlichkeit, von verschiedener Beschaffenheit anzuwenden. Aehnliche Bedingungen in Bezug auf die Wirkung der elektro-magnetischen Schraubendrahte zu erhalten, war gleichfalls schwierig; und wir gewahrten bald, daß diese Umstände es unmöglich machten, eine so enge Uebereinstimmung zu erreichen, wie wir bei unseren früheren Beobachtungen erhalten hatten. Wiewohl diese Versuche schon vor zwei Jahren angestellt wurden, so sind doch die Resultate noch nicht veröffentlicht worden, weil wir, mit anderen Arbeiten beschäftigt, noch nicht Zeit genug zu deren Reduction und Anordnung, so wie zu den erforderlichen Berechnungen finden konnten. Dessenungeachtet nehme ich mir die

Freiheit, der Section einige Resultate vorzulegen, welche nicht ohne Interesse sind, und mit der Frage über die elektro-magnetischen Maschinen innig zusammenhängen.

Neun Cylinder von weichem Eisen, jeder 8 Zoll lang, und von verschiedenem Durchmesser, von drei Zoll bis ein Drittelzoll, unterwarfen wir der Wirkung eines Volta'schen Stroms von immer derselben Stärke, und erhielten dadurch folgende Werthe der magnetischen Kraft:

Durchmesser d. Stäbe.	Magnetismus beobachtet.	Magnetismus berechnet.
3 Zoll	447	442
$2\frac{1}{2}$ -	378	376
2 -	308	310
$1\frac{1}{2}$ -	246	244
1 -	175	178
$\frac{5}{6}$ -	158	156
$\frac{3}{4}$ -	142	135
$\frac{1}{2}$ -	112	113
$\frac{1}{3}$ -	87	91.

Die Rechnung wurde gemacht nach der folgenden Formel:

$$m = 131,75 d + 46,75,$$

in welcher die Constanten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt wurden.

Die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung sind nicht so groß, daß sie nicht den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, den Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Eisens u. s. w. zugeschrieben werden könnten. Eine ähnliche Uebereinstimmung fand sich bei andern Beobachtungen, die wir in dem »Report« selbst beschreiben werden. Ich glaube daher, wir können das folgende Gesetz annehmen:

Wenn Eisenstäbe von gleicher Länge dem Einfluß eines Stroms von gleicher Kraft ausgesetzt werden, so ist der Betrag des Magnetismus, den sie annehmen, proportional ihrem Durchmesser.

Ich muß bemerken, daß die Constante, welche wir in der Formel hinzugefügt haben, von dem magnetischen Einfluß des Schraubendrahts abhängt und von dem eingeschlossenen Eisenkern unabhängig ist. Die practischen Folgerungen, die sich aus diesem merkwürdigen Gesetz ziehen lassen, sind von bedeutender Wichtigkeit. Von diesen will ich jedoch für jetzt nur einer erwähnen.

Nachdem gefunden worden, daß der Betrag des Magnetismus proportional ist der Oberfläche des weichen Eisens, wurde ermittelt, daß bei der Construction elektromagnetischer Maschinen, kleine Stäbe oder vielmehr, in Gemäßheit meiner eignen Versuche vom J. 1837 (*Taylor's Scientific Memoirs, Vol. II*), hohle Stäbe vortheilhafter seyen als größere und solide. Ich kann hier die Versuche des Prof. Barlow nicht mit Stillschweigen übergehen, die, wie bekannt, schon vor langer Zeit bewiesen haben, daß die Einwirkung des Erdmagnetismus auf weiches Eisen nur von der Oberfläche, und fast gar nicht von der Dicke abhängt.

Um für Elektro-Magnete von verschiedener Länge das Gesetz zu ermitteln, unternahmen wir, Hr. Lenz und ich, sehr viele und mühsame Beobachtungen; sie wurden sogar auf Stäbe von 13 Fufs Länge ausgedehnt, und dabei zugleich die Bestimmung der besonderen Vertheilung des Magnetismus in den Stäben in Betracht gezogen. Von diesen Beobachtungen will ich nur diejenigen anführen, die auf die elektro-magnetischen Maschinen am meisten anwendbar zu seyn scheinen, und eben so einfache als unerwartete Resultate geliefert haben. Die folgende Tafel enthält die Resultate einiger Beobachtungen mit Stäben von gleichem Durchmesser, aber verschiedener Länge, unter dem Einfluß eines Stroms von gleicher Stärke, der sie in Schraubendrahten umkreiste. Bezeichnet M den Magnetismus der Enden und n die Zahl der Windungen des Drahts, so haben wir:

$$\frac{M}{n} = x,$$

eine Formel, nach welcher wir die Zahlen in der dritten Spalte berechnen können. Die Zahlen der vierten Spalte sind abgeleitet aus einer Reihe anderer Beobachtungen, gemacht mit demselben Draht von 960 Windungen, die indess nicht die ganze Länge der Stäbe bedeckten, sondern nur die Enden derselben und daselbst eine Strecke von etwa zwei Zoll Länge einnahmen. Da die Schraubendrahte bei allen Beobachtungen immer dieselben waren, so brauchte man nur den Magnetismus der Enden durch 960 zu dividiren, um die Zahlen dieser Spalte zu finden.

Versuche über den Magnetismus von Stäben ungleicher Länge.

Länge der Stäbe.	Anzahl der Windungen.	Mittlerer Werth <i>Einer</i> Windung, wenn der Draht bedeckt	
		die ganze Länge	bloß die Enden
3 Fufs	946	7,334	7,560
2,5 -	789	6,993	7,264
2	634	7,402	6,871
1,5	474	7,880	7,491
1	315	7,847	7,573
0,5	163	7,766	7,691
Mittel		7,537	7,408

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dafs der Einfluß Einer Windung des Schraubendrahts beinahe gleich ist für alle Stäbe, und dafs ihre Länge keinen specifischen Einfluß ausübt. Nur im Verhältniß zur Zahl der Windungen und zur Stärke des Stroms können die Stäbe einen größeren oder geringeren Betrag an Magnetismus erlangen. Kleine Stäbe scheinen sogar einen geringen Vorzug vor großen zu haben, da sich durch die Versuche ergibt, dafs die Kraft von dreifüßigen Stäben sich zu

der von halbfüßigen verhält wie 73 zu 77. Es findet sich auch ein Gewinn im Verhältniß von 75 zu 74, wenn man die ganze Länge der Stäbe bedeckt, statt bloß die Enden mit derselben Zahl von Windungen zu umgeben. Die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und den einfachen Gesetzen sind, wie man sieht, für practische Zwecke ganz unbedeutend, und werden hoffentlich mit der Zeit ganz verschwinden, bei einer vollständigen Integration, welche die Gesamtlänge der Stäbe umfaßt, und auf die Wirkung eines Elements des Stroms gegründet ist.

Ich will nun zum eigentlichen Gegenstand meiner Mittheilung übergehen. Im März 1839 übergaben Hr. Lenz und ich der Petersburger Academie einen Bericht, den ich nun der Gesellschaft vorlegen will. Er enthält die Resultate von Versuchen, die uns befähigten das merkwürdige Gesetz aufzustellen, *dafs die Anziehung der Elektromagnete proportional ist dem Quadrat der Stärke des galvanischen Stroms, dessen Einfluss die Eisenstücke unterworfen werden.* Diefs Gesetz ist für die Praxis von höchster Wichtigkeit, da es der ganzen Theorie der elektro-magnetischen Maschinen als Basis dient.

Ehe ich weiter gehe, sey es mir erlaubt einige Bemerkungen zu machen in Betreff eines Instruments, welches ich zu Anfange dieses Jahres der Academie der Wissenschaften vorlegte. Es bezweckt eine Regulirung des galvanischen Stroms, und ist für manche Untersuchungen dieser Art von großem Werth. Während meines Aufenthalts in London zeigte mir Prof. Wheatstone ein Instrument, welches genau auf denselben Grundsätzen wie das meine beruhte, mit sehr unbedeutenden Abänderungen und Abweichungen. Nun ist es ganz unmöglich, dafs dieser ausgezeichnete Physiker irgend Kunde von meinem Instrument gehabt haben sollte; allein, da wahrscheinlich die Anwendung desselben sehr ausgedehnt werden wird, so muß ich hinzufügen, dafs wäh-

rend ich dießs Instrument nur zur Regulirung der Stärke elektrischer Ströme angewandt habe, er darauf eine neue Methode begründet hat zur Messung dieser Ströme und zur Bestimmung der verschiedenen Elemente oder Constanten, welche in die analytischen Ausdrücke eingehen und die Wirkung einer galvanischen Combination bedingen. Vorzüglich ist es die Messung der elektro-motorischen Kraft, auf welche Hr. Wheatstone durch diese Mittel seine Aufmerksamkeit gelenkt hat; und er hat mir in seinen noch nicht veröffentlichten Papieren sehr werthvolle, nach dieser Methode erhaltene Resultate gezeigt.

Im Fortgange dieser rein theoretischen Untersuchungen mußte ich wohl direct auf die Frage über die practische Anwendung des Elektromagnetismus eingehen. Unglücklicherweise kann ich hier weder von den Versuchen, die ich in einem sehr großen Maasstabe anstellte, noch von den Maschinen und verschiedenartigen Apparaten, die ich construirte, die Details angeben. Die Nothwendigkeit, die Thatsachen oder tangibeln Resultate zu vermehren, — eine um so dringendere Nothwendigkeit als die practischen Anwendungen dieser Kraft so sehr rasch sich vermehrten, — diese Nothwendigkeit, sage ich, hat mir nicht Zeit oder Muße genug zur Ausarbeitung und Anordnung derselben verstattet. Ich kann hier nur meine Bereitwilligkeit ausdrücken, jeden gewünschten Aufschluß über die Details zu geben. Besonders erwähnen will ich jedoch hier der genügenden Resultate von den im letzten Jahre gemachten Versuchen mit einem Boote von 28 Fufs Länge $7\frac{1}{2}$ Fufs Breite und $2\frac{3}{4}$ Fufs Tiefe im Wasser, welches 14 Personen trug, und auf der Newa mit einer Geschwindigkeit von $2\frac{1}{4}$ engl. Meilen in der Stunde fortgetrieben wurde. Die Maschine, welche einen sehr kleinen Raum einnahm, wurde in Bewegung gesetzt durch eine Batterie von 64 Plattenpaaren, Zink und Platin, jede Platte von 36 Quadratzoll Oberfläche, und geladen nach Angabe des Hrn.

Grove mit Salpetersäure und Schwefelsäure ¹⁾. Obwohl diese Resultate vielleicht nicht die übertriebenen Erwartungen einiger Personen befriedigen mögen, so muß doch daran erinnert werden, daß im ersten Jahre, nämlich 1838, als ich dieses Boot durch dieselbe Maschine und eine mit Kupfervitriollösung geladene Batterie von 320 Plattenpaaren, jede Platte von 36 Quadratzoll, bewegte, nur die Hälfte dieser Geschwindigkeit erreicht wurde. Diese ungeheure Batterie nahm einen bedeutenden Raum ein, und die Handhabung derselben war äußerst beschwerlich. Richtige Veränderungen in der Vertheilung der Stäbe, in der Einrichtung des Commutators und zuletzt in den Principien der Volta'schen Batterie führten zu dem erfolgreichen Resultat des folgenden Jahres 1839. So fuhren wir auf der Newa mehr als einmal, den ganzen Tag über, theils mit, theils gegen den Strom, mit einer Gesellschaft von 12 bis 14 Personen, und mit einer Geschwindigkeit nicht geringer als die des ersten Dampfboots. Mehr, glaube ich, kann nicht von einer mechanischen Kraft erwartet werden, deren Daseyn erst seit 1834 bekannt ist, als ich die ersten Versuche in Königsberg machte, und es mir gelang durch eben diese elektro-magnetische Kraft ein Gewicht von etwa zwanzig Unzen zu heben.

Bei dieser Gelegenheit muß ich frei und ohne Rückhalt bekennen, daß bisher die Construction elektro-magnetischer Maschinen größtentheils nach bloßem Herumtappen geschah; daß selbst die Maschinen, welche in Bezug auf die statischen Effecte der Elektro-Magnete nach den aufgestellten unbestreitbaren Gesetzen construirt waren, unwirksam befunden wurden, sobald man ihnen Bewegung ertheilte. Immer gewohnt einen gerechtfertigten Gang zu gehen, konnten die unregelmäßigen Versuche, welche überall, ohne wissenschaftliche Begründung, unternommen wurden, mir nur Bedauern einflößen, und mich veranlassen, alle meine Kräfte auf die klare Ermittlung der Gesetze dieser merkwürdigen Maschinen

1) Ihre Kraft war gleich $\frac{3}{4}$ bis 1 Pferdekraft.

zu richten. Ich gebe hier diese Gesetze in Formeln, welche mir scheinen sich selbst zu empfehlen sowohl durch deren Einfachheit, als durch die natürliche Weise, wie sie sich entwickeln.

Bezeichne R die sämmtlichen mechanischen Widerstände, welche auf die Maschine einwirken, und v die gleichförmige Geschwindigkeit, mit welcher sie sich bewegt, so haben wir für die Kraft oder den mechanischen Effect den Ausdruck:

$$T = Rv.$$

Es sey nun n die Zahl der Umgänge des Schraubendrahts, welcher die Stäbe umgiebt, z die Zahl der Platten der Batterie, B der gesammte Widerstand der galvanischen Kette, E die elektro-motorische Kraft, und k ein Coëfficient, welcher von der Anordnung der Stäbe, dem Abstände der Pole und der Beschaffenheit des Eisens abhängt; dann haben wir für das *Maximum des mechanischen Effects*, welches erreicht wird, den Ausdruck:

$$\text{I. } T = \frac{z^2 E^2}{4 B k},$$

für die *Geschwindigkeit*, welche diesem Maximum entspricht:

$$\text{II. } v = \frac{B}{k n^2},$$

für den *Widerstand*, der auf die Maschine einwirkt:

$$\text{III. } R = \frac{n^2 z^2 E^2}{4 B^2},$$

und endlich für den *ökonomischen Effect*, d. h. für den Nutzeffect dividirt durch den Zinkverbrauch in einer gegebenen Zeit:

$$\text{IV. } O = \frac{E}{2k}.$$

Diese Formeln können in Worten so ausgedrückt werden:

I. Das Maximum des mechanischen Effects, wel-

ches mit einer Maschine erhalten werden kann, ist proportional dem Quadrat der Zahl von Volta'schen Elementen, multiplicirt mit dem Quadrat der elektro-motorischen Kraft und dividirt durch den gesammten Widerstand der Volta'schen Kette. Ueberdies tritt in die Formel ein Factor, mit k bezeichnet, der abhängt von der Beschaffenheit des Eisens, von der Form und Anordnung der Stäbe, und dem Abstände ihrer Enden. Mit Bezug auf einige andere Untersuchungen, die ich mit Volta'schen Combinationen unter ähnlichen Umständen angestellt habe, geht hieraus hervor, dafs, bei gleichem Widerstande, der Gebrauch von Platin und Zink einen zwei oder drei Mal gröfseren Effect hervorbringt als der Gebrauch von Kupfer und Zink.

II. Weder die Zahl der Windungen des die Stäbe umgebenden Drahts, noch der Durchmesser oder die Länge der Stäbe selbst hat irgend einen Einflufs auf das Maximum der Kraft. Es folgt daraus also, dafs weder durch Vergröfserung der Länge oder des Durchmessers der Stäbe noch durch Anwendung einer gröfseren Drahtmenge die Kraft erhöht werden kann. Es findet jedoch die Merkwürdigkeit dabei statt, dafs die Anzahl der Windungen blofs deshalb aus der Formel verschwindet, weil die Kraft der Maschine im geraden Verhältnifs, und die Geschwindigkeit im umgekehrten Verhältnifs des Quadrates dieser Anzahl steht. Die Anzahl der Windungen, die Dimensionen der Stäbe und die übrigen Bestandtheile der elektro-magnetischen Maschine müssen demnach betrachtet werden als von gleichem Range mit den gewöhnlichen Mechanismen, welche zur Uebertragung oder Fortführung der Geschwindigkeit dienen, ohne die Totalarbeit zu erhöhen. So wäre es möglich, statt des gewöhnlichen Räderwerks, Stäbe von gröfserer oder geringerer Länge, oder eine gröfsere oder geringere Drahtmenge anzuwenden, um zwischen der Kraft und der Geschwin-

schwindigkeit die Beziehung herzustellen, welche die Anwendungen auf Fabrikprocesse erfordern mögen.

III. Die mittlere Anziehung von Magnetstäben oder der Druck, den die Maschine ausüben kann, ist proportional dem Quadrat des Stroms. Dieser Druck wird vom Galvanometer angezeigt, welches in dieser Weise die Function des Manometers der Dampfmaschinen verrichtet.

IV. Der ökonomische Effect, d. h. die Totalarbeit, dividirt durch den Zinkverbrauch, ist eine constante Gröfse, welche am einfachsten durch die Relation zwischen der elektro-motorischen Kraft und dem zuvor erwähnten Factor k ausgedrückt wird. Ich wiederhole hier, was ich anderswo gesagt, dafs bei Anwendung von Platin statt Kupfer die theoretischen Ausgaben nahe im Verhältnifs 23 zu 14 verringert werden.

V. Der Zinkverbrauch, welcher stattfindet, wenn die Maschine in Ruhe ist und gar nicht arbeitet, ist das Doppelte von dem, welcher stattfindet, wenn sie das Maximum ihrer Arbeit hervorbringt.

Ich halte es nicht für sehr schwierig die Leistung eines Pfundes Zink, bei seiner Umwandlung in Sulfat, mit Genauigkeit zu bestimmen, in derselben Weise wie bei der Dampfmaschine die Leistung eines Bushels Steinkohle als Maafs zur Schätzung des Effectes verschiedener Combinationen dient. Der fernere Nutzen und Gebrauch der elektro-magnetischen Maschinen scheint mir ganz sicher zu seyn, besonders da das blofse Probiren und die vagen Ideen, welche bisher bei der Construction dieser Maschinen vorwalteten, nun endlich zu genauen und bestimmten Gesetzen geführt haben, die den allgemeinen Gesetzen gemäfs sind, welche die Natur streng zu befolgen gewohnt ist, sobald es sich um Effecte und deren Ursachen handelt.

N a c h t r a g ¹⁾).

In meinem »*Mémoire sur l'application de l'Electro-magnétisme etc.* (1835)« hatte ich zuerst wahrgenommen, daß die gleichförmige Geschwindigkeit, welche diese Maschinen erlangen, größtentheils den magneto-elektrischen Strömen zuzuschreiben sey, welche durch die Bewegung selbst, im entgegengesetzten Sinne der ursprünglichen galvanischen Ströme hervorgerufen werden. Diese magneto-elektrischen Gegenströme schwächen zwar den Magnetismus, reagiren aber zugleich auf die elektrolytische Thätigkeit der Batterie, so daß während des Ganges der Maschine ein geringerer Zinkverbrauch stattfindet als während der Bewegung. Diese Phänomene, obgleich sie zuerst sehr auffallend erscheinen, sind indeß die Ursache, daß diese Maschinen eben so einfachen und definitiven Gesetzen unterworfen sind, als alle andere durch die gewöhnlichen Triebkräfte activirten. Eine große Menge von Beobachtungen, welche ich über die mechanische Arbeit einer elektro-magnetischen Maschine unter steter Berücksichtigung der Stromstärke angestellt hatte, welche letztere durch eine Tangentenbussole gemessen wurde, boten mir anfänglich nur, ein kaum zu entwirrendes Labyrinth dar. Man weiß, daß bei jeder Maschine, zwischen der Kraft und der Geschwindigkeit, ein gewisses Verhältniß stattfindet, welches dem Maximo der Arbeit entspricht. Dieses findet auch bei den elektro-magnetischen Maschinen statt, und es sind gerade diese Maxima, bei denen diese Gesetzmäßigkeit am entschiedensten hervortritt.

Es sey F und F' die Stärke des Stromes respective bei der Ruhe und bei der Bewegung, G der Gegenstrom, so hat man:

$$I. \quad F - G = F'.$$

Nach den theils von uns, theils von Andern angestellt-

1) Mitgetheilt vom Hrn. Prof. Jacobi.

ten Versuchen verhält sich die elektro-motorische Kraft der magneto-elektrischen Ströme, also auch dieser Gegenströme, wie die magnetische Intensität der Eisenstangen, wie die Anzahl der Windungen und wie die Geschwindigkeit des Systems, welcher die Anzahl der Impulse proportional ist, die in einer gegebenen Zeit statt haben. Ist daher nach der obigen Bezeichnung die magnetische Intensität $M' = nF'$, so hat man hier die Stärke des Gegenstromes:

$$\text{II. } G = \frac{kM'vn}{B} = \frac{kF'vn^2}{B}$$

und für die Stärke des Stromes, welcher während der Bewegung stattfindet:

$$\text{III. } F' = F - G = \frac{BF}{kn^2v + B} = \frac{zE}{kn^2v + B}$$

indem:

$$F = \frac{zE}{B}.$$

Die magnetische Intensität während der Bewegung ist daher:

$$\text{IV. } M' = nF' = \frac{nzE}{kn^2v + B}.$$

Wenn die Maschine sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt, so muß die Summe sämtlicher Widerstände, also z. B.:

der Widerstand der Luft, Reibung u. s. w., gleich seyn der Summe sämtlicher activen Kräfte. Letztere sind hier die mittleren magnetischen Anziehungen und Abstofsungen, welche sich wie die Producte aus den magnetischen Intensitäten des festen und des beweglichen Systems verhalten. Diese Intensitäten sind bei meinen Maschinen gewöhnlich gleich, da der Strom die Drähte des festen und beweglichen Systems hinter einander durchläuft und alle Stangen eine gleiche Anzahl Windungen haben. Wir haben also $M'M' = M'^2 = R$.

Die Totalarbeit T ist das Product aus dem Widerstande in die Geschwindigkeit, oder:

$$\text{V. } T = v R = v M'^2,$$

oder mit Rücksicht auf die Formel IV:

$$\text{VI. } T = \frac{n z E \sqrt{R} - B R}{k n^2} = \frac{v n^2 z^2 E^2}{(k n^2 v + B)^2}.$$

Hieraus findet man nun die oben angegebenen Formeln, wenn man die Werthe von R und v sucht, welche dem Maximo der Arbeit oder dem T_m entsprechen.

Es ist hinzuzufügen, dafs diese Formeln modificirt werden durch den Umstand, dafs das Eisen seine magnetische Intensität nicht instantan erlangen kann, und dafs es dazu einer gewissen Zeit bedarf, die von der Stärke dieser Intensität, und besonders von der Qualität des Eisens abhängt. Diese Umstände theoretisch in Rechnung bringen zu können, ist aber vorläufig keine Aussicht vorhanden.

Berlin, den 11. November 1840.

H. W. Jacobi.

IV. *Vermischte Nachrichten von neuen elektromagnetischen Vorrichtungen und Beobachtungen aus dem Gebiete des Galvanismus.*

(Briefliche Mittheilung von Dr. F. Mohr in Coblenz.)

— Fast in jedem der letzten Jahre wurde die Wissenschaft von England aus mit einer neuen elektrischen Batterie beschenkt. Die letzte ist bekanntlich jene aus Gußeisen und Zink. Eine solche Batterie aus 8 Elementen sah ich, bei meiner neulichen Anwesenheit in England, in der Victoria-Gallerie zu Manchester, wo der bekannte Entdecker der Elektromagnete, Hr. Sturgeon, Vorlesungen hält. Sie bestand aus acht gußeisernen cylindri-

schen Gefäßen von etwa 10 Zoll Höhe und 3 Zoll Durchmesser; durch einen dicken kupfernen Draht ist dieser Topf mit einem gegossenen Cylinder aus Zink fest und unbeweglich durch Löthung verbunden. Wegen der bedeutenden Schwere des gußeisernen Topfes schwebt der Zink in freier Luft, ohne daß das Ganze umfällt, und man hat bei der Zusammenstellung der Säule nur die Sorge zu tragen, daß die Zinkcylinder die Wände des gußeisernen Gefäßes nicht berühren. Es ist alsdann keine Trennung durch Pappe oder Holz nöthig. Bequem ist es jedenfalls, den Zinkcylinder in einen gedrehten hölzernen Ring zu stecken, wodurch sowohl die Berührung des Bodens als der Wände vermieden wird. Das Zink ist amalgamirt, und die Säure ist Schwefelsäure mit dem 8fachen Gewichte Wasser verdünnt. Diese Säure ist freilich so stark, daß sie selbst das amalgamirte Zink chemisch angreift, und dadurch eine bedeutende Entwicklung von Wasserstoffgas hervorbringt. Hr. Sturgeon bedeckt deshalb den ganzen Apparat mit einem Kasten und führt das Gas nach außen durch eine Röhre ab. Die Wirkung dieser Säule war sehr befriedigend. Ein 6 bis 8 Zoll langer, ziemlich dicker Platindraht wurde heftig glühend, und schmolz zuweilen ab; die Wasserzersetzung betrug 4 bis 5 Kubikzoll in der Minute. Obschon die Säule nicht constant ist, so hält sie doch länger an, als eine gemeine Säule aus Kupfer und Zink. Spencer glaubt bemerkt zu haben, daß diese Säule am stärksten wirkt, wenn sie mit Rost bedeckt ist, ohne welchen Umstand sie in der That schwach wäre. Hr. Sturgeon hat hierüber nichts bestimmtes geäußert.

Am meisten findet man überall Daniell's constante Batterie in Gunst stehen, weil sie lange gleichmäÙig wirkt und keine Gase entwickelt. Grove's Batterie, obschon sie im kleinsten Raum die wirksamste ist, wird dennoch von Vielen hintenangesetzt. Ihre Wirkung ist mit einer sehr starken und unangenehmen Gasentwicklung verbun-

den, und dauert nie sehr lange, weil concentrirte Salpetersäure dabei wirksam seyn muß, während Daniell's Batterie bis zum Niederschlagen alles Kupfers wirksam bleibt. Die Grove'sche Batterie soll auch häufig die Unannehmlichkeit der Endosmose zeigen, daß nämlich die Flüssigkeit innerhalb einer Zelle steigt und außerhalb sinkt.

Außerdem ist die Anschaffung der Grove'schen Batterie ungleich kostbarer, nachdem Spencer gezeigt hat, wie man eine Daniell'sche Batterie ohne alles metallisches Kupfer construiren kann. Dieses ist eine der schönsten und nützlichsten Einrichtungen, verbunden mit großer Wohlfeilheit. Spencer nimmt das Blei aus chinesischen Theekisten oder anderes dünnes Tabacksblei und faltet es sternförmig, so daß, wenn es aufrecht steht, es einen gerippten Cylinder vorstellt, im Querschnitt etwa wie Fig. 4 Taf. II. Diese Gestalt bietet im selben Raume die doppelte Oberfläche des negativen Metalles dar. Dieser Bleicylinder wird in ein gläsernes oder porcellanes Gefäß gestellt, in ihn selbst der Thoncyylinder und in diesen das Zink des folgenden Elementes, und so die übrigen. Der Bleicylinder steht in schwefelsaurer Kupferoxydlösung, und überzieht sich deshalb bei der galvanischen Schließung der Kette schnell mit Kupfer, so daß er nach einigem Gebrauche eine eben so große und gestaltete Kupferplatte darstellt, und deren Stelle auch beständig vertreten kann. Es ist bekannt, daß die Platten in der constanten Batterie beständig an Dicke wachsen, und dadurch zuletzt unbequem werden können. Man hat hier denselben Verbrauch an Kupfervitriol wie bei der bekannten Batterie von Daniell; allein keine Anschaffung von metallischem Kupfer, welches allmähig durch den Gebrauch gebildet wird.

Was nun die porösen Zwischenwände betrifft, so sind diese zwar ein unentbehrlicher, aber auch sehr un-

angenehmer Bestandtheil der constanten Batterie. Bei Grove's Säule kann man nur gebrannte Thoncylinder gebrauchen, dagegen bei Daniell's Batterie verschiedene Substanzen. Die von Daniell vorgeschlagenen Ochsenurgeln sind allgemein perhorrescirt worden, und in der That auch sehr widerlich bei der Behandlung. Blasen und Därme wirken am vollkommensten chemisch trennend; sie sind fast gar nicht im Gebrauch wegen ihrer Zerstörbarkeit. Thönerne Cylinder haben fast immer den Fehler, daß sie filtriren, und daß, wenn Kupfervitriol zum Zink gelangt, dieses Metall auf eine schädliche Weise beschmutzt und zerstört wird. Spencer hat Cylinder von dickem braunen Packpapier in Anwendung gebracht, welche eben so wohlfeil, dauerhaft und leicht darzustellen seyn sollen. Man verschaffe sich einen hölzernen Cylinder von der Dicke der darzustellenden Zelle, und ein dünnes Stück Holz von demselben Durchmesser, äußerlich mit einer eingedrehten Rinne versehen. Nun schneide man das passende Stück Papier ab, wickle es um den Cylinder und Boden herum, verkitte die überragenden Enden mit Siegelack, welches durch Darauflegen eines heißen Eisens noch einmal in der ganzen Länge zum Schmelzen gebracht wird, und befestige den hölzernen Boden durch Umschnüren gewöhnlichen Bindfadens. Wenn das dazu verwendete Papier die passende Dicke, Stärke und Dichtheit besitzt, so stehen diese Cylinder ganz aufrecht, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, und halten mehrere Jahre lang aus. Als innere Flüssigkeit wendet Spencer eine Lösung von Zinkvitriol oder Glaubersalz an. Kochsalz ist bekanntlich auch gut.

Die Batterie von Smee, worin Silber mit darauf galvanisch abgesetztem Platin an der Stelle der reinen Platinplatte in der Grove'schen Zusammenstellung angewendet wird, hat keinen Beifall gefunden. Das Pla-

tin haftet nur im pulverigen Zustande darauf, und das Silber wird immer von der Salpetersäure angegriffen. Es ist eine fehlgeschlagene Oeconomie.

Spencer hat noch eine sehr schöne Methode entdeckt, den galvanischen Kupferniederschlag auf Substanzen aller Art absetzen zu lassen. Es handelt sich bekanntlich nur darum, die Oberfläche dieser Körper in einen Leiter zu verwandeln, ohne dafs dieselbe in der Form eine Veränderung erleidet.

Der Graphitüberzug ist nicht überall gut anzubringen. Spencer befeuchtet die zu copirenden Objecte, wie Holzschnitte, Pasten, Gypsabgüsse, Thonwaaren, mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber und hängt sie in einer Glasglocke über eine Schale auf, worin sich eine Auflösung von Phosphor in Aether oder Terpenthinöl befindet. Diese Schale wird in etwas warmen Sand gesetzt. Durch die Dämpfe dieser Flüssigkeit wird das Silbersalz reducirt, und es überzieht sich die Oberfläche mit einer Lage metallischen Silbers, auf welche sich das Kupfer eben so gut galvanisch absetzt, wie auf reines Kupfer oder Silber. Diese Operation kann in wenigen Minuten mit bestimmtem Erfolge ausgeführt werden. Eine Lösung von Goldchlorid soll auch anwendbar seyn, eben so, zum Reduciren, schwefligsaures Gas.

In der Victoria-Gallerie zu Manchester sahen wir noch zwei höchst merkwürdige Elektromagnete von ganz neuer Gestalt. Der Erfinder derselben ist Hr. J. B. Joule, zu Salford, bei Manchester. Man denke sich einen massiven Cylinder von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und 8 bis 10 Zoll Länge. Durch denselben wird in der Axe ein Loch von $\frac{3}{4}$ Zoll Weite gebohrt, und nun ein Sägeschnitt dicht am Rande der Bohrung, der Länge nach, durchgeführt, so dafs dieselbe in ihrer ganzen Länge einen etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Spalt darbietet. Diese beiden Stücke bilden, wenn ihre Schnittflächen gehörig geebnet und geschliffen sind, den Elektromagneten sammt seinem Anker (Fig. 5 Taf. II).

Jedes derselben ist mit drei eingeschraubten Haken versehen, wodurch man diesen langen und dicken Elektromagneten horizontal aufhängen, und an dem Anker einen horizontalen Zug hervorbringen kann. Die 2 Lin. dicken kupfernen Leitungsdrähte sind der Länge nach über den Elektromagneten und durch die in ihm befindliche Rinne gewickelt. Die Anzahl der Windungen ist durch den engen Raum im Innern des Elektromagneten beschränkt, weil sie wegen des Ankers nicht darüber hervorragen dürfen.

Ich schätze das Gewicht dieses Elektromagneten, aus dem Gedächtnisse, auf 12 bis 14 Pfund, und er trug, nach Angabe des Hrn. Sturgeon, mit der oben beschriebenen Zinkeisen-Batterie erregt, 20 Centner. Es ist einleuchtend, daß der erregende Draht wegen seiner grossen Nähe an dem Anker auch auf diesen kräftig erregend wirken muß, und man kann sich den ganzen Apparat als eine Menge kleiner neben einander geordneter Elektromagnete versinnlichen. Ein anderer, nach demselben Principe construirter Elektromagnet war noch merkwürdiger, indem dabei nur eine einzige Drahtwindung angebracht war.

Die Länge des Cylinders und des Ankers betrug 2 Fufs, die Füße des Hufeisens waren also auch 2 Fufs lang, ferner $\frac{1}{2}$ Zoll breit, mit kaum $\frac{1}{2}$ Zoll Zwischenraum. 12 Haken waren am Hufeisen, welches freilich nur auf der Stirne diese Form zeigte, und eben so viele am Anker angebracht, um die horizontale Aufhängung und Belastung zu effectuiren. Ein fünf Lin. dicker Kupferdraht war zuerst aufserhalb am Cylinder, dann zurück durch seine Mitte, und nun nochmals auf der andern Seite aufserhalb geführt. Von unten gesehen und im Querschnitt erblickt man diesen Elektromagnet in Fig. 6 und 7 Taf. II abgebildet.

Das Gewicht des Elektromagnet, ohne den Kupferdraht betrug 6 Pfund 11 Unzen, der Anker wog 3 Pfund

7 Unzen, die Berührungsfläche zwischen Anker und Elektromagnet $10\frac{1}{2}$ Quadratzoll, und die Tragekraft mit der eben genannten Batterie 12 Centner. Diese Wirkung ist bei der geringen Masse des Eisens und einer einzigen Drahtwindung höchst überraschend.

Coblenz, den 1. Nov. 1840.

Z u s a t z.

Zur Vervollständigung obiger Briefnachrichten möge noch Folgendes hinzugefügt seyn.

Nach eigener Angabe des Hrn. Joule (*Annal. of Electricity*, Vol. V p. 187) ist der Eisencylinder, welcher den in Fig. 5 Taf. II abgebildeten Elektromagneten bildet, 8 Zoll engl. lang, und längs seiner Axe mit einem Loch von 1,0 Zoll Durchmesser versehen. Er ist, parallel der Axe, so weit abgeschnitten, daß die Pole $\frac{1}{3}$ Zoll von einander stehen, und darauf auf der Schnittfläche wohl geebnet. Dann ist ein anderes Stück weiches Eisen, von gleicher Länge mit dem Cylinder, auf der einen Seite eben geschliffen, daran gelegt, und nun das Ganze von aussen abgedreht. Die Umwindung besteht aus vier mit Seide besponnenen Kupferdrähten von $\frac{1}{11}$ Zoll Durchmesser und 23 Fufs Länge, die, neben einander gelegt, mit Calico umwickelt sind. Hr. J. wählt vier Drähte statt eines einzigen von vierfachem Querschnitt, weil er gefunden haben will, daß sie einen stärkeren Magnetismus erregen, als ein solcher. Das Gewicht des (Magnet und Anker?) beträgt 15 Pfund. Das Maximum der Tragkraft, gemessen mit einer Hebelvorrichtung, ergab sich zu 2030 Pfund, und zwar mittelst des Stroms einer Zink-Eisenkette, der, seiner Angabe nach, 324 Gran Wasser in einer Stunde zerlegt haben würde.

Später (*Ann. of Electr.* Vol. V p. 471), als Hr. J., statt der angegebenen Umwindung eine andere, bestehend aus 21 Kupferdrähten von $\frac{1}{25}$ Zoll Durchmesser und

23 Fufs Länge, neben einander gelegt, anwandte, und durch sie den Strom einer gröfseren Kette leitete (Zink und gufseiserne Cylinder, 16 Paar, jeder Cylinder von 1 Quadratfufs Fläche, und Schwefelsäure als Flüssigkeit) stieg das Maximum der Tragkraft auf 2775 Pfund, wiewohl der ganze Apparat (Magnet, Anker, Umwindung) nur 26 Pfund wog.

Hr. J. hat versucht, das erstgenannte Maximum dieses Magneten zu vergleichen mit dem Maximum der Tragkräfte von vier anderen, gewöhnlich geformten Elektromagneten (deren kleinster aus einem halbkreisförmig gebogenen Eisendraht von 0,25 Zoll Länge und 0,04 Zoll Dicke gebildet war) und dabei gefunden, dafs die spezifische Tragkraft, d. h. die absolute, dividirt durch die Fläche der Pole, keineswegs bei dem grofsen Magneten am stärksten war ¹⁾. Er theilt darüber Zahlen mit, die indess, wegen Ungleichheit der Elemente (Stromstärke, Drahtlänge, Zahl der Windungen etc.) nicht vergleichbar sind.

Was den in Fig. 6 Taf. II abgebildeten Magneten betrifft, so werden die Dimensionen desselben von Hrn. J. nahezu, so angegeben, wie es von Hrn. Dr. Mohr geschehen ist. Von der Tragkraft heifst es indess, dafs sie, als der Strom, statt durch Einen Kupferdraht von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser, durch 60 eben so lange Drähte von $\frac{1}{25}$ Zoll Durchmesser geleitet worden, von 1350 auf 1856 Pfund gestiegen sey. Die spezifische Tragkraft dieses Magneten war auch kleiner als die des anderen, wie es auch nicht anders seyn konnte. Der Strom war der der erwähnten Zink-Eisenkette von 16 Elementen, combinirt zu zwei.

Anlangend Herrn A. Smee, so ist seine Batterie (*„chemico-mechanical“ Battery etc.*) das Resultat einer

1) Was auch mit den genaueren Bestimmungen des Hrn. Prof. Jacobbi (S. 361 dieses Hefts) übereinkommt; abgesehen davon, dafs die Tragkraft nicht dem Querschnitt, sondern dem Durchmesser eines Stabes proportional ist.

Reihe von Versuchen (beschrieben in den *Phil. Mag. Vol. XVI p. 315*), durch welche er den (aber keineswegs, wie Hr. S. glaubt, bisher unbekannten) Einfluß der Oberflächen-Beschaffenheit der Platten nachzuweisen sich bemüht. Die Beobachtung, daß Platinschwamm, mit Zink combinirt, einen starken Strom giebt, veranlaßte ihn, glattes Platin und andere Substanzen (Palladium, Silber, Kupfer, plattirtes Kupfer, Nickel, Neusilber, Messing, Zinn, Gußeisen, Eisenblech, Stahl, Steinkohle u. s. w.) mit gepulvertem Platin zu überziehen, und zwar auf die Weise, daß er eine solche, als negative Platte dienende Substanz in ein Gemisch von verdünnter Schwefelsäure und etwas Platinlösung bringt und mit amalgamirtem Zink verbindet, das, innerhalb einer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Thonröhre stehend, in dasselbe Gemisch gestellt ist. Der galvanische Strom, der dann entsteht, schlägt Platin in fein zertheiltem Zustand auf die negative Platte nieder. Da das so gefällte Platin nur sehr lose an der negativen Platte haftet, so macht Hr. S. dieselbe zuvor rauh, beim Platin auf mechanischem Wege, beim Silber, Kupfer u. s. w. durch vorheriges Aetzen mit Salpetersäure, ein Verfahren, das, wie oben erwähnt, seinen Zweck auch nur unvollständig erreicht. Die größte Wirkung erhielt Hr. S. von dem auf diese Weise platinirten Platin; es gab, combinirt mit Zink und verdünnter Säure, einen 5 Mal stärkeren Strom als geglähtes Platin, und einen 30 Mal stärkeren als gewöhnliches Platin, unter denselben Umständen. Auch Silber, und besonders Palladium, auf ähnliche Weise auf andere Metalle niedergeschlagen, verstärkte die Intensität des Stroms.

Hr. Sturgeon hat seine Batterie in den von ihm herausgegebenen *Annals of Electricity, Vol. V p. 66* und 121 näher beschrieben, daselbst auch deren Wirksamkeit verglichen mit der von anderen Batterien. Seiner

Angabe nach liefern bei gleicher Plattengröße (104 Quadratzoll) 10 Plattenpaare der Batterie von

Sturgeon 25 Kbzll. Wasserstoffgas in 1 Minute

Grove 24 - - - - -

Smee 15 - - - - -

Daniell 12 - - - - -

so daß also die Zink-Gußseisenkette den Vorzug vor allen bekannten Ketten hätte. Ob dem wirklich so sey, darüber können aus mehr als einem Grunde die von Hrn. St. angestellten Messungen nicht entscheiden, da sie (was leider von vielen in England gemachten Untersuchungen der Art gilt) ohne alle Kenntniß der Gesetze des Galvanismus ausgeführt sind ¹⁾. P.

V. Ueber eine vortheilhafte Construction der Grove'schen Kette; von C. A. Grüel in Berlin.

Die Annalen haben uns vor Kurzem mit der Einrichtung der Grove'schen Zink-Platinplatte bekannt gemacht. Es giebt wohl im Bereich der ganzen Physik wenige, die Mühe des Experimentators schlechter belohnende Werkzeuge, als die bisher gebrauchten galvanischen Apparate, sie mögen nun heißen: Calorimotoren, Siderophore, Säulen, Trogapparate etc.; nichts Langweiligeres, als das Putzen, Scheuern und Erneuen der Erregerplatten, und des feuchten oder flüssigen Leiters, um sie zu einem neuen Versuch geschickt zu machen, welcher, wenn man nicht mit grofsartigen Mitteln operiren will, nur die Wahl gestattet zwischen einer kurzen kräftigen oder einer länger dauernden, aber immer sehr schwachen Wirkung; gern liefse man sich noch den 6fachen Zinkverbrauch

1) Ich selbst hatte mich, schon ehe mir Sturgeon's Aufsatz bekannt war, von der grofsen Wirksamkeit des Gußseisens überzeugt, und hoffe in einiger Zeit Näheres darüber bekannt zu machen. P.

gefallen, wenn dadurch der erwähnte Mangel zu beseitigen wäre.

Um so freudiger muß man durch den kleinsten Versuch mit der Grove'schen Kette überrascht werden, für deren Entdeckung man dem Erfinder nur Dank wissen kann.

Wenn es scheint, als ob dieser Versuch noch nicht so vielseitig angestellt wurde, als er es verdient, so liegt dieß wahrscheinlich, wohl einerseits an dem theuren Preis des Platins, andererseits an dem gleich im Voraus gerügten Uebelstand der während längerer Dauer der galvanischen Action sich entwickelnden Dämpfe von salpetriger Säure ¹⁾. Es hat jedoch mit diesen beiden Hindernissen nicht so viel auf sich. Das Platin bleibt ganz unversehrt, behält seinen vollen Werth und belohnt sich durch die Einfachheit der ganzen Einrichtung, die nicht mehr kostet als ein Calorimotor. Es kann auch mit derselben Wirkung und mit Leichtigkeit erneuert werden, wenn alles Zink verbraucht ist, und die salpetrigsauren Dämpfe lassen sich in dem Grade vermeiden, daß sie nicht im Geringsten lästig fallen.

Ich liefs mir zu meinen Versuchen ein kleines cylindrisches, dünnwandiges Gefäß von gewöhnlichem Pfeifenthon anfertigen, brachte innerhalb desselben das Platinblech, in einen Ring gebogen, so an, daß sich dasselbe überall an die Wände des Gefäßes anlegte, bog dann das Zinkblech so, daß es die Außenseite des Thons in geringem Abstände umgab, setzte diese Vorrichtung in ein gewöhnliches Trinkglas, und goß die nöthigen Flüssigkeiten zum Platin und zum Zink. Diese aus concentrischen Ringen bestehende Kette lieferte vollkommen die Wirkung eines großen Calorimotors; doch schon nach

1) Zum Theil auch daran, daß man sich die zur Aufnahme dieser Säure erforderlichen porösen Gefäße nicht zu verschaffen wußte. In Berlin kann man jetzt dieselben sehr dünn und regelmäßig geformt von Pfeifenthon erhalten.

wenigen Minuten hatte sich die dünne Schicht Salpetersäure zwischen dem Platin und Thon dergestalt erhitzt, daß sie in vollständigem Kochen unerträgliche Dämpfe ausstieß und die Kette entleert werden mußte. Die Salpetersäure im mittleren Raum blieb kalt; jedenfalls blieb sie, wie auch die innere Seite des Platinringes, ausgeschlossen und ohne Antheil an der erlangten galvanischen Wirkung. Um nun die unzweckmäßige dünne Säureschicht zu vermeiden, gleichzeitig aber auch eine möglichst große Platinfläche nutzbar zu machen, zerschnitt ich das Blech in zwei Streifen von der Breite des Durchmessers des Gefäßes, und fügte sie mittelst zweier Einschnitte (Fig. 8 Taf. II) nach ihrer Längenrichtung so in einander, daß sie sich in ihrem Mittelpunkt rechtwinklich durchkreuzten. Als Leitungsdraht steckte ich oben am Kreuzungspunkte ein ebenfalls entsprechendes, am Ende eingesägtes Endchen dicken Kupferdrahts mit Quecksilberpfanne auf. Der Apparat hatte nun die Form der Fig. 9 Taf. II, wo der äußere Kreis das Glas, der folgende das Zink, der innere das Thongefäß und das Kreuz das Platin vorstellt; er wirkte vortrefflich und mehrere Stunden ohne alle Gasentwicklung, ohne Schwächung des Stroms, selbst als die Salpetersäure sich schon dunkelgrün gefärbt hatte. Der Physiker gewinnt dadurch einen Apparat, der ihn bei seinen elektro-magnetischen und magneto-elektrischen Experimenten niemals im Stiche läßt, und wird sich nicht mehr zur Anwendung der früheren Vexirkette bewogen fühlen. Da eine bestimmte Zinkfläche im Stande ist eine verhältnißmäßig sehr große Platinfläche in den Erregungszustand zu versetzen, so wird es bei größeren Ketten von der beschriebenen Einrichtung zweckmäßig seyn, das elektro-negative Platin durch Einführung eines dritten Streifens dieses Metalls in seiner Oberfläche zu vermehren; diese drei Bleche würden sich dann in ihren Durchkreuzungspunkten in Winkeln von 60° schneiden. Es ist anzurathen das Zink-

blech erst nach geschehener richtiger Biegung zu amalgamiren, da es sonst leicht Brüche bekommt.

Die Grove'sche Kette gestattet uns die Anschauung der glänzenden enormen Wirkung, als ein Resultat von der Auflösung einer unbedeutenden Quantität Zink in einer Säure und der bei diesem Proceß in Freiheit gesetzten Elektricität. Möchte es doch gelingen, mit Hülfe noch anderer Combinationen nicht bloß einen Theil, wie hierbei, sondern die ganze Menge der abgeschiedenen Elektricität zur Erscheinung zu bringen und nutzbar zu machen, welchem Ziel wir wenigstens um einen kleinen Schritt näher gekommen zu seyn scheinen.

VI. *Ueber die Mittel, dem Strom der galvanischen Ketten mit Einer Flüssigkeit eine größere Stärke und Beständigkeit zu verleihen;*
von J. C. Poggendorff,

(Vorläufige Notiz aus den Berichten der K. Preuss. Academie.)

Unstreitig liegt das bedeutendste Hinderniß für die weitere Ausbildung der Theorie des Galvanismus in der großen Wandelbarkeit des Stroms der hydro-elektrischen Ketten, und dieß Hinderniß wird durch die in neuerer Zeit angewandten Combinationen mit zwei Flüssigkeiten nur zum Theil gehoben, da bei einer solchen Anordnung verschiedene interessante Punkte der Theorie sich nicht mehr untersuchen lassen. Dieß ist namentlich der Fall bei der Frage über die elektro-motorischen Kräfte verschiedener Metall-Combinationen in einer gleichen Flüssigkeit.

Der Verf., beschäftigt mit einer vergleichenden Untersuchung der Zink-Kupfer- und Zink-Eisen-Kette, sah sich aus diesem Grunde genöthigt, auf Mittel zu denken, de-

den so ungemein veränderlichen Strömen dieser Ketten eine grössere Beständigkeit zu geben. Im Laufe der deshalb angestellten Versuche machte er mehrfach die Erfahrung, dafs, unter anscheinend völlig gleichen Umständen, sowohl der anfängliche Werth der Stromstärke, als auch die späteren Veränderungen desselben sehr verschiedenen sind, und dafs namentlich die Abnahme der Stromstärke keineswegs in einem geraden Verhältnifs zu dieser Stärke steht, wie es doch scheint der Fall seyn zu müssen, wenn diese Abnahme hauptsächlich oder alleinig von einer Ablagerung materieller Theilchen auf die negative Platte der Kette herrührte. Sehr oft sah er z. B. einen ursprünglich starken Strom nur langsam abnehmen, während ein schwacher selbst die geringe Stärke, die er besafs, sehr rasch verlor.

Aus dieser Erfahrung schöpfte er die Hoffnung, dafs es, auch für Ketten mit Einer Flüssigkeit, Mittel zur längeren Bewahrung ihrer elektromotorischen Kraft geben müsse; und diese Hoffnung sah er denn auch nach vielen vergeblichen Versuchen (die nur die Schädlichkeit des Scheuerns der negativen Platte mit Sand und Säure als positives Resultat ergaben) in der That wenigstens zum Theil verwirklicht.

Für das Kupfer fand er solcher Mittel bisher vier auf, nämlich: 1) Erhitzen desselben an der Luft bis zum Verschwinden der anfangs erscheinenden Farben. 2) Eintauchen in Salpetersäure und sofortiges Abspülen in Wasser ¹⁾. 3) Bekleiden mit einem Ueberzug von gefällttem, pulverförmigem Kupfer, wie man solchen, von braunrother Farbe mittelst der Daniell'schen Kette bekommt, sobald die Lösung des Kupfervitriols verdünnt ist und freie Säure enthält. 4) Bekleiden mit dem ähnlichen Ueberzug, der sich bildet, wenn man Kupferplatten, in Schwefelsäure von gewisser Verdünnung stehend, der Wirkung

1) Die Stärke des Stroms wird dadurch immer erhöht, seine Beständigkeit aber nur unter gewissen Umständen.

des hin- und hergehenden Stroms der Saxton'schen Maschine aussetzt.

Diese Mittel, richtig angewandt, geben dem Strom einer Kupferplatte, combinirt mit amalgamirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure, nicht nur eine grössere Beständigkeit, sondern auch eine höhere Stärke als er in derselben Flüssigkeit mit einer Kupferplatte besitzt, die nicht einer dieser Operationen unterworfen ward; ja, was merkwürdig ist, bei allen nimmt die Stromstärke eine geraume Zeit zu (meistens eine halbe Stunde und länger), ehe sie ihr Maximum erreicht, auf welchem sie dann mehr oder weniger lang verweilt, und darauf sehr allmählig abnimmt, so dafs die Schwächung für die Praxis, oft nach mehren Stunden, von gar keiner Bedeutung ist, und immer so langsam erfolgt, um eine Messung der elektromotorischen Kraft und des Widerstands mit befriedigender Genauigkeit vornehmen zu können.

Es mufs jedoch bemerkt werden, dafs es bis jetzt dem Verfasser nicht geglückt ist, Platten, von übrigens gleicher Beschaffenheit, immer einen und denselben Grad von Wirksamkeit zu geben, und dafs eben so die höhere Beständigkeit, welche die Stromstärke auf diese Weise erlangt, nur so lange sich erhält, als man an der Kette nichts ändert. Sobald man den Widerstand beträchtlich abändert, z. B. den Schliessungsdraht bedeutend verlängert (versteht sich ohne dabei die Kette zu öffnen), findet sich, nachdem man zu dem früheren Widerstand zurückgegangen ist, die Stromstärke ganz in der Regel verändert, und zwar meistens geschwächt; ein Umstand, der sich bei Ketten mit zwei Flüssigkeiten, z. B. der Daniell'schen Kette, nicht zeigt.

Die angegebenen Mittel sind, zum Theil, auch auf das Eisen und andere als negative Elemente dienende Metalle anwendbar (wie denn der Verf. z. B. mit Gußeisen, combinirt mit amalgamirtem Zink und verdünnter Schwefelsäure, auf solche Weise einen Strom erhielt,

der nicht nur fast drei Mal so stark als der einer Zink-Kupferkette war, sondern über anderthalb Stunden lang eine fast vollkommene Constanz besaß), wovon der Verfasser künftig das Nähere mittheilen wird. Die Oberflächen-Beschaffenheit des Zinks oder überhaupt des positiven Metalls hat, wie es auch schon längst bekannt ist, nur einen weit untergeordneteren Einfluß auf die Stärke und Beständigkeit des Stroms.

VII. *Untersuchungen über die Wärme. Vierte Reihe. Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme;*
von James D. Forbes.

(Schluß von S. 110.)

30) *Metallgitter.* Wäre der bloße Mangel an Durchsichtigkeit die Ursache der eigenthümlichen Wirkung geritzter Flächen, so ließe sich erwarten, daß jedes Gewebe aus opaken Fäden eben so wirken werde. Könnten wir uns des *Mediums* gänzlich entheben und einen *Schirm* anwenden, der dieselben Eigenschaften hätte, die wir künstlich der physischen Oberfläche des Mediums gaben, so würden wir offenbar in der Auslegung der Erscheinungen einen Schritt vorgerückt seyn. Die Wirkung von gefurchten Flächen und Gittern auf das Licht giebt eine so mächtige Analogie, daß ich, bevor ich mir die im letzten Artikel beschriebenen mechanisch geritzten Flächen verschaffen konnte, seine Drahtgitter als Diffractionsschirme anwandte, in der Hoffnung, dadurch ähnliche Resultate zu erhalten, als ich voraus sah und späterhin erhielt, da ich feine Linien auf Steinsalz ziehen ließ.

31) Die Thatsache, daß beim Licht die durch Gitter erzeugten Diffractions-Erscheinungen ganz unabhängig von der Natur dieser Gitter sind, es z. B. ganz gleichgültig ist, ob sie aus Drähten bestehen, oder bloß aus Linien, die in eine auf Glas gestrichene Seifenschicht gezogen worden, sprach zu Gunsten dieses Versuchs. Ich liefs nicht unbeachtet, daß Diffractionsspectra erzeugt werden würden, nicht durch ein paralleles Lichtbündel, sondern durch ein Bild erzeugt, durch einen entfernten Lichtpunkt. Allein wiewohl der Grund oder das Feld, welches von, durch ein Gitter gegangenen Strahlen erleuchtet wird, offenbar eine gleichförmige Tinte haben muß, so scheint doch die Voraussetzung nicht ungereimt, daß diese Tinte verschieden sey vom Weißen. Es scheint auch nicht, daß Mathematiker und Optiker auf dies Problem verfallen seyen, bis es sich mir im Laufe dieser Untersuchung darbot.

32) Mit solchen Drahtgeweben, als ich mir ohne weiteres verschaffen konnte, liefs sich in Bezug auf Wärme aus verschiedenen Quellen keine eigenthümliche Wirkung erhalten, und überdies schien die von diesen Geweben aufgefangene Wärmemenge beinahe oder genau proportional zu seyn der Oberfläche des undurchsichtigen Theils derselben. Vermuthend, daß vielleicht feinere Gewebe, als ich anwandte (60 Drähte auf den Zoll), die gewünschte Wirkung haben würden, verschaffte ich mir durch die Gefälligkeit des Sir John Robinson und Hrn. Leonor Fresnel die feinsten, welche in Paris angefertigt werden und bis etwa 160 Drähte auf den Zoll geben. Im Allgemeinen wurden meine früheren Resultate bestätigt, nämlich 1) daß die Menge der aufgefangenen Wärme unabhängig von der Quelle ist, und 2) daß sie sich zu der einfallenden Menge verhält, wie das Areal der Drähte zum Areal der Fläche. Ich muß indess bemerken, daß eine Bestimmung dieses letzteren Verhältnisses mit äußerster Genauigkeit nicht so leicht ist, als es auf den er-

sten Blick erscheint. Wenn der *Draht* im Vergleich zu den *Maschen* fein ist, sind letztere sehr nahe rechteckig oder gleichseitig. Allein bei den meisten Drahtnetzen ist dieß nicht der Fall. Die eine Reihe von Drähten ist nahezu parallel und gerade, nicht aber die andere Reihe; diese ist gewöhnlich nicht unter rechten Winkeln in die erstere eingeflochten, und daher sind die Maschen etwas kleiner als sie nach der Berechnung aus der Zahl der Drähte auf den Zoll und dem Durchmesser derselben gefunden werden. Meinen eigenen Beobachtungen misstrauend, übergab ich Hrn. John Adie drei Exemplare von Drahtnetzen, mit dem Ersuchen, die mittleren Durchmesser und Zwischenräume der Drähte zu bestimmen. Mit einem sehr genauen Mikrometer bestimmte derselbe vierzehn Werthe jeder dieser Gröfsen in beiden Richtungen. Aus diesen Datis läßt sich das Verhältniß der Zwischenräume zur gesamten Fläche bei jedem Netze leicht berechnen. Folgendes sind die Resultate für drei Arten solcher Netze, deren Durchgänglichkeit für Wärme ich zuvor bestimmt hatte.

Mikrometrisehe Messung von Drahtnetzen. Maafs-Einheit.
 $= \frac{1}{52405}$ Zoll.

Drahtnetze.	Der Länge nach		Der Breite nach		Verhältniß der Zwischenräume zur Fläche.
	Zwischen- raum.	Draht.	Zwischen- raum.	Draht.	
No. 1 (57 im Zoll)	534	371	562	384	0,3504
- 2 (92 - -)	375,6	179,4	402,6	179,6	0,4680
- 3 (129 - -)	200	159	284	168	0,3500

33) Die Zahlen der letzten Spalte (berechnet in der Voraussetzung, daß die Zwischenräume geometrische Rechtecke seyen) sind nun zu vergleichen mit folgenden Ergebnissen der Beobachtung:

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch die Drahtnetze.

Drahtnetze.	Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkelheißes Messing.	Heißes Wasser.
No. 1 (57)	32,5	32	33,5	
- 2 (92)	46,0 ¹⁾		44,7 ²⁾	
- 3 (129)	30,5		30	29,7

Die Unterschiede bei jedem Netze übersteigen vielleicht nicht die Beobachtungsfehler. Bei allen sind die Zahlen *kleiner* als sie nach den geometrischen Zwischenräumen seyn sollten, wahrscheinlich wegen Unregelmäßigkeit in der Gestalt dieser Räume (auch wegen Applattung der Drähte an ihren Berührungspunkten, wodurch die Zwischenräume stumpfwinklich werden); dieß schloß ich daraus, daß No. 2, bei welchem die Drähte, verglichen mit den Zwischenräumen, feiner als bei den übrigen sind (die gesammten Zwischenräume sind verhältnißmäßig nur um $\frac{1}{3}$ größer), und welches ein weit regelmäßigeres Netz als die übrigen bildet, der Betrag des Durchgangs nur sehr wenig von dem des geometrischen Netzes abweicht. Ich bekenne zugleich, daß mir ein Unterschied von 5 Proc. bei No. 3, welcher offenbar nicht von einem Beobachtungsfehler herrührt, bloß durch diese Bemerkung erklärlich scheint.

34) *Fadengitter*. Mit Gittern aus feinen Baumwollenfäden von 0,01 Zoll Abstand, die zur Hervorbringung von Fraunhofer's Spectren dienten, erhielt ich ähnliche Resultate. Diese Fäden saßen parallel in zwei Rähmen, so daß sie rechtwinklich über einander gelegt

1) Zwei solche Netze auf einander gelegt, so daß die Drähte sich unter 45° kreuzten, gaben 20,7 Proc. Durchgang. Die Quadratwurzel hieraus oder die Wirkung jedes einzelnen Netzes ist 45,5, d. h. fast dieselbe wie in der Tafel.

2) Zwei auf einander gelegte Netze gaben 21,2 Procent, oder jedes einzeln 46.

werden konnten. So konnte ich entweder einen Schirm aus parallelen Fäden von 0,01 Zoll Abstand, oder, durch ihre Uebereinanderlage, einen Schirm von mathematisch genauen Quadraten bilden. Es ist indess schwierig hierbei, den Durchmesser der Fäden genau genug zur Bestimmung der Zwischenräume zu erhalten.

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch Gitter aus Baumwollenfäden von 0,01 Abstand:

	Locatelli mit Glas.	Dunkle Wärme.
Einfaches Gitter	29,5	30,2
Doppeltes Gitter	9,0 ¹⁾	8,3 ²⁾

Die Unterschiede sind hier unbedeutend, und haben entgegengesetzte Richtungen. Die Resultate in der letzten Spalte sind von einzelnen Versuchen (28. Nov. 1839).

35) *Wirkung von Pulvern.* In der Meinung (12), die Wirkung berufster Flächen rühre von einer mechanischen Wirkung opaker, über einen durchsichtigen Körper ausgebreiteter Pünktchen her, gerieth ich fast zu Anfange dieser Untersuchung darauf, die Wirkung künstlich auf eine solche Fläche gesiebter Pulver zu untersuchen. Ein Ingredienz zur Anhaftung eines solchen Pulvers an die Fläche würde, indem es seine eigene Diathermansie mit eingeführt hätte, den Versuch unrein gemacht haben. Ich schloß daher die Pulver zwischen zwei polirte Steinsalzplatten ein, die ich an den Rändern mit Wachs verklebte. Der vorläufige Versuch (27) zum Nachweise, daß die Salzflächen, in dem Zustand, in welchem ich sie gewöhnlich anwandte, keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Qualität der durchgelassenen Wärme ausüben, war ein sehr wichtiger für die Schlüsse, die ich

1) Entsprechend 30,0 Proc. der Wirkung jedes einzelnen.

2) Entsprechend 28,8 der Wirkung jedes einzelnen.

zu ziehen beabsichtigte. Er war, wie schon angegeben, völlig befriedigend.

36) Die ersten Versuche mit Pulvern machte ich (6. Dec. 1839) mit Kalk und Alaun fein aufgestreut zwischen Steinsalzplatten. Ich wählte den Kalk wegen seiner völligen Undurchsichtigkeit und unkrystallinischen Beschaffenheit, und den Alaun deshalb, weil er Wärme von niedriger Temperatur so vollständig auffängt, daß ich schloß, wenn sein Einfluß als *mechanischer Abänderer der Oberfläche* vorwalte, er von Wärme aus *niederer* Temperatur eben so viel oder mehr als von der aus *hoher* durchlassen sollte, der *mechanische* Einfluß als fein gepulverte Substanz deutlich festgestellt seyn würde.

37) Das Resultat, zu welchem ich gelangte und welches ganz meiner vorgefaßten Ansicht entsprach, kann zeigen, wie vorsichtig man seyn muß, wenn aus wenigen, scheinbar noch so entscheidenden Datis Schlüsse gezogen werden sollen. Die mit Kalk bestreuten Flächen ließen von Wärme aus niederer Temperatur *mehr* durch als von der aus hoher (nämlich 34,5 Proc. dunkler Wärme und nur 30,5 Proc. Locatellischer Wärme, nach deren Durchgang durch eine dicke Glaslinse), während das mit Alaun bestreute Steinsalz ganz gleichgültig gegen die Natur der einfallenden Wärme zu seyn schien ¹⁾ (nur 17 Proc. von beiden durchliefs, zum Beweise, daß das Pulver in bedeutender Menge da war). Ich schloß hieraus, scheinbar mit Recht, daß der Kalk keine *specifische* Wirkung ausübe, oder, als (höchst wahrscheinlich) opak oder *atherman*, in Pulverform nur mechanisch wirkend, die Wärme von niederer Temperatur in Ueberschuß durchlasse, während bei dem Alaun die *specifische* Wirkung gänzlich durch die *mechanische* Wirkung des

1) Und doch läßt eine Alaunplatte von gewisser Dicke nicht weniger als 27 Proc. von der einen Wärme, und *keine merkliche* Menge von der andern durch (Melloni).

Pulvers aufgewogen werde. Unter andern in gegenwärtiger Abhandlung detaillirten Thatsachen habe ich diese in einem, der K. Edinburger Gesellschaft am 16. Dec. 1839 ¹⁾ übergebenen Memorandum einfach aufgeführt, und einige Tage hernach in nur wenig anderer Form Hr. Arago mitgetheilt (s. *Compt. rend. de l'acad. des Sciences*, 6. Jan. 1840). Am 28. Dec. erhielt ich ein ähnliches Resultat mit Holzkohlenpulver (dessen Verwandtschaft mit Ruß auf seine Anwendung führte), und dennoch scheint es nicht, daß der allgemeine Schluss, den ich beabsichtigte, gänzlich verbürgt sey.

38) Bekanntlich übersah Newton die Verschiedenheit des Licht-Dispersionsvermögens der Körper deshalb, weil er zwei Körper verglich, bei welchen zufällig die Dispersion proportional war der mittleren Brechung. Eine ähnliche Uebereilung im Verallgemeinern würde auch hier zu einem Irrthum geführt haben, hätte nicht eine gleichzeitige Untersuchung mich veranlaßt, die Frage über die Pulver wieder aufzunehmen. Während ich auf die Ankunft eines Drahtnetzes aus Paris wartete, verfiel ich darauf, die Wirkung von Metallen in äußerst fein zertheiltem Zustande zu prüfen. Es schien jedoch zuerst wünschenswerth zu untersuchen, ob die Metalle wirklich so unfähig seyen, Wärme durchzulassen, als es gewöhnlich angenommen wird.

39) Zu dem Ende spannte ich ein Stück des dünnsten Blattgolds über ein Diaphragma von Pappe aus, und liefs ein intensives Bündel paralleler Wärmestrahlen von Locatelli's Lampe direct auf die Säule fallen. Dazwischen ward ein Glasschirm aufgestellt, von dem ich aus Erfahrung wufste, daß er 43 Proc. von dieser Wärmeart auffing. Bei Dazwischensetzung des Glases wich die Galvanometernadel $31^{\circ},2$ ab. Der entsprechende directe Werth würde gewesen seyn $= 31^{\circ},2 \times \frac{100}{43} = 72^{\circ}$. Als

1) Siehe die Anmerkung, S. 88 dieses Bandes.

das Glas entfernt und statt seiner das Goldblatt angebracht wurde, war, bei abwechselndem Einschieben und Fortnehmen des Messingschirms, nicht die geringste Bewegung an der Nadel sichtbar; hätte sie nur $\frac{1}{100}$ eines Grades betragen, d. h. hätte das Goldblatt nur $\frac{1}{1300}$ der einfallenden Wärme durchgelassen, so würde, glaube ich, die Wirkung sichtbar gewesen seyn. Und dennoch war diefs Blattgold so dünn, dafs die Umrisse einer Landschaft deutlich, mit der gewöhnlichen blaugrünen Farbe, durch dasselbe gesehen werden konnten. Ein überzeugenderer Beweis, dafs Leitung keinen merklichen Antheil an diesen Versuchen hatte, kann sicher nicht gewünscht werden, da eine Schicht von vielleicht nicht mehr als $\frac{1}{300000}$ Zoll Dicke des besten Wärmeleiters keine wahrnehmbare Wirkung gab. Ich hielt es der Mühe werth, den Versuch mit dunkler Wärme zu wiederholen; der Erfolg war aber derselbe. Die Analogie der Wirkung von aufgeblättertem Glimmer mit der Reflexion an Metallen, liefs mich vermuthen, dafs, wenn eine Wärmeart von Metallblättern durchgelassen werde, es die von niederer Temperatur seyn würde.

40) Die Undurchdringlichkeit des Blattgolds (der dünnsten zusammenhängenden Metallschicht, die man darstellen kann) für Wärme überzeugte mich von der Wichtigkeit, die Metalle in einem Zustande zu erhalten, um meine Versuche mit dem Pulver anderer Substanzen zu verificiren. Als die Hoffnung schwand, Drahtnetze zu erhalten von solcher Feinheit — nicht des Gewebes, was vergleichungsweise unwesentlich war, — sondern des Drahts, dafs sie wetteifern könnten mit den auf Steinsalz gezogenen Diamantstrichen, die unter dem Mikroskop unregelmäßige Furchen von wahrscheinlich nahe $\frac{1}{10000}$ mittlerer Breite bildeten, — griff ich wieder zu dem Project, Metalle in *Pulverform* anzuwenden. Aus den Versuchen mit matten und geritzten Flächen war einleuchtend, dafs die *Unregelmäßigkeit* dieser Striche gar nichts zu thun habe mit dem Phänomen, Strahlen von

hoher Brechbarkeit aufzufangen und andere durchzulassen. Nichts kann unregelmäßiger seyn als Ritzen von Sandpapier, und doch brachten sie die Wirkung hervor, und zwar desto stärker, je rauher und dichter gefurcht die Oberfläche wurde. Das Steinsalz kommt sogar natürlich angelaufen vor, wobei keine lineare Anordnung der betroffenen Punkte vorhanden seyn kann. Es schien mir daher, daß eine mit Metallpulver bedeckte Fläche die *Gränze* eines Gewebes darstelle, wobei die Zwischenräume keine regelmäßige Form zu haben brauchten.

41) Die nächste Schwierigkeit bestand darin, sehr feine Pulver unzweifelhaft metallisch zu bekommen, worauf ich viel Gewicht legte, da es sehr denkbar war, daß Metallsulfurete und andere Substanzen, die für die unter den Namen Gold-, Silber- und Kupferbronze bekannten angeblichen Metallpulver angewandt werden, eigenthümliche Diathermansien haben, und dadurch den Versuch unrein machen möchten. Zuletzt gelang es mir, Silber durch Fällung, und Kupfer mittelst Daniell's Batterie zu erhalten; auch verschaffte ich mir mit einiger Schwierigkeit aus einer großen Manufactur Münz-Silber und Münz-Gold, das durch mechanisches Zerreiben in ein vollkommen unfühbares und schön metallisches Pulver verwandelt worden war. Diese theueren Präparate sind nun ganz verdrängt durch die vortreffliche falsche Bronze, welche jetzt in Gebrauch ist. Diese, nebst vollkommen unfühbarem Pulver von metallischer Kupferbronze, aus derselben Quelle herstammend, und ein viel gröberes Zinnpulver, wie es Apotheker gebrauchen, bildeten das Material zu einer sehr sorgfältigen Reihe von Versuchen, die mich sehr lange beschäftigten und sehr mannigfach abgeändert wurden (1840 Jan. 28.).

42) Folgende Tafel enthält die Resultate meiner Versuche mit Metallpulvern, die, mit Ausnahme des Zinns, als vollkommen unfühbar betrachtet werden können, am trocknen Finger haften und *unzweifelhaft metallisch* sind.

Procente der von Metallpulvern durchgelassenen Wärme
verschiedenen Ursprungs.

Pulver ¹⁾ .	Locatelli's Lampe.			Dunkel heißes. Messing.	Heißes Wasser
	Glas ein- geschaltet	unmit- telbar.	Berufs- tesStein- salz ein- geschalt.		
Gold No. 1 (<i>A</i>)	58		50,5		
- No. 2	7,4 ⁴⁾			4,1 ⁴⁾	
Silber No. 1 ²⁾	25,3	24,2		21,8	
- No. 2 (<i>A</i>)					
Erste Reihe	27,7		18,5		
Zweite Reihe ³⁾	29,5		22,1		25
Kupfer No. 1					
Erste Reihe	14,8		16,0		
Zweite Reihe	17,4			18,7	17
Kupfer No. 2	5,6 ⁴⁾			4,05 ⁴⁾	
Zinn ²⁾	27,0	26,0		25,5	

43) Diese Beobachtungen sind, ich bekenne, sehr unvollkommen; doch bin ich überzeugt, daß die scheinbaren Anomalien nicht Beobachtungsfehler sind, wie sogleich andere Beispiele zeigen werden. Um die Qualität von dick bestreuten Flächen, die nur wenige Procente Wärme durchlassen, zu bestimmen, war es wünschenswerth ein intensives Wärmebündel anzuwenden. Um jedoch den Vergleich innerhalb des Umfangs der Galvanometergrade zu halten, deren Zahlenwerthe früher (zweite Reihe § 7 bis 8) bestimmt worden, wurden die in vorstehender Tafel mit ⁴⁾ bezeichneten Beobachtungen folgendermaßen angestellt. Die *unmittelbare* Wirkung der

- 1) Die mit *A* bezeichneten Pulver haften an einer einzigen Steinsalplatte, die übrigen befanden sich zwischen zwei solchen Platten.
- 2) Die Resultate das Mittel sehr vieler Messungen.
- 3) Es wurde dieselbe Platte gebraucht, doch anders gestellt gegen die Säule, so daß jede Reihe für sich steht.
- 4) Siehe den folgenden Paragraph.

einfallenden Wärme auf die Säule wurde nie beobachtet, sondern immer derjenige Theil von ihr, der durch das Drahtnetz No. 3 des §. 33 ging; dieß liefs von jeder Wärmeart fast genau 30 Procent durch. Die unmittelbare Wirkung wurde auf $\frac{100}{30}$ der diesem Durchgange entsprechenden Ablenkung angeschlagen, dann das Drahtnetz entfernt, das zu untersuchende Medium eingeschaltet und die Wirkung mit der berechneten unmittelbaren Wirkung verglichen. So z. B. war bei dem Kupferpulver No. 2 die Wirkung der Locatellischen Lampenwärme, nach dem Durchgang durch eine dicke Glasplatte und nachherige Schwächung durch ein Drahtnetz

$$= 22^{\circ},57$$

$$\text{Unmittelbare Wirkung} = 22^{\circ},57 \times \frac{10}{7} = 75,2$$

Drahtnetz entfernt, und Kupfer eingeschaltet 4,15

Verhältniß zur directen Wirkung 5,52 : 100.

Auf diese Weise liefsen sich die Procente mit sehr scharfer Genauigkeit erhalten. Ein anderer Versuch gab in demselben Fall 5,60 : 100.

44) Die Tafel in §. 41 beweist meiner Ueberzeugung nach: 1) dafs gepülvertes Gold, Silber und Zinn keineswegs die Eigenschaft besitzen, die ich geneigt war, allgemein den opaken Pulvern beizulegen, sondern wirklich Wärme von hoher Temperatur reichlicher als die von niederer durchlassen; 2) dafs beim Kupfer zwei Reihen ein Resultat, und die dritte das entgegengesetzte geben. Dennoch waren diese alle mit grofser Sorgfalt angestellt, und sie enthalten innere Beweise von ihrer Richtigkeit. Ich bin überzeugt, dafs die Unterschiede nicht von Beobachtungsfehlern herrühren. Ich habe andere Fälle beobachtet, wo eine vermehrte Dicke des auffangenden Mediums und eine erhöhte Intensität der einfallenden Wärme verschiedene Resultate in Bezug auf Durchgänglichkeit geben, was jedoch keineswegs paradox ist, da eine intensive Wärme in merklicher Menge durch eine beinahe opake Substanz gehen, und dadurch einen

neuen Charakter erlangen kann, welchen ein schwächeres Wärmebündel im Durchgang durch ein weniger hemmendes Medium nicht erhalten würde. Jedenfalls kann ich für jetzt keine andere Erklärung geben. Dafs das Kupfer einen besonderen Charakter, verschieden von dem der übrigen untersuchten Metalle, besitzt, davon bin ich vollkommen überzeugt.

45) Der Beweis, den diese Versuche mit Metallpulvern von der Unzulässigkeit der Erklärung der Wirkung des Rufses aus dessen *blofser Pulverform* gaben, nöthigte mich, andere Körper in einem ähnlichen Zustand zu untersuchen.

46) Ich wiederholte die Versuche mit den schon erwähnten Pulvern noch sorgfältiger, machte eine grofse Anzahl neuer mit Substanzen von so verschiedener Natur wie möglich, und wandte einige dieser Substanzen in verschiedenen Exemplaren und zu verschiedenen Zeiten, als mehr oder weniger dick gestreutes Pulver, an.

47) Ein Umstand schien auf meinen früheren Schlufs, wo er am unwiderleglichsten schien, doch einen Zweifel zu werfen. Ich hatte gefolgert, dafs wenn der Alaun, in Pulver, alle Wärmearten gleichmäfsig auffange, die *mechanische Wirkung* des Pulvers der *specifischen* des Alauns (36) entgegengearbeitet und sie zerstört haben müsse, wurde jedoch allmählig zu der Annahme geführt, *dafs die meisten diathermanen Körper, in Pulverform, fast gleich opak seyn*, oder, wie ich vielleicht eher hätte sagen sollen, gleich indifferent gegen die *Natur* der einfallenden Wärme (d. h. farblos in der Optik).

48) So weit das Auge das Verhältnifs der Widerstände bei verschiedenartigen, auf Flächen gestreuten Pulvern beurtheilen konnte, schien in deren Durchscheintheit für Wärme kein merklicher Unterschied vorhanden zu seyn. Eine mit Alaun oder Citronensäure bestreute Fläche schien fast eben so viel durchzulassen als eine mit gepulvertem Steinsalz bestreute. Diefs konnte nicht

blofs von der *geringen Dicke* der Substanz herrühren, da diese bekanntlich bei der Wärme, wie beim Licht, eine Annäherung zur Farblosigkeit herbeiführt; denn der vom Pulver aufgefangene Bruchtheil der einfallenden Wärme war immer ein beträchtlicher (gewöhnlich $\frac{3}{4}$ bis $\frac{9}{10}$). Die Trübheit ist also das Ergebnifs unzählbarer Reflexionen und Interferenzen, welche die durchgelassene Wärme *zerstreuen* und *vernichten (stifle)*, und zwar in fast gleichem Grade, von welcher Natur die Substanz auch seyn mag. Diefs allgemeine Resultat kann also bei Nachdenken nicht auffallend erscheinen. Zur Erläuterung dieses will ich besonders einen Versuch anführen.

49) Als ich in Verlegenheit war, mir feine Metallfasern zu verschaffen, versuchte ich ein unregelmäßig mit feinen Fäden von gesponnenem Glase bedecktes Diaphragma anzuwenden, in der Absicht (ganz wie bei dem Alaunpulver) zu ermitteln, wie der mechanische Zustand die Eigenschaften des Glases hinsichtlich seines Wärmedurchgangs abändern würde. Als Locatellische Lampenwärme, nach dem Durchgang durch eine *dicke Glasplatte*, auf die ein unregelmäßig netzförmiges Diaphragma bildenden Glasfasern fiel, wurden nicht mehr als 47,6 Procent von der einfallenden Wärme durchgelassen. Nun wissen wir mit Bestimmtheit aus den Versuchen von De la Roche und Melloni, dafs, nach dem Durchgang durch eine solche Dicke von Tafelglas, eine fernere Schicht, die Dicke der angewandten Glasfasern, dem weiteren Durchgang der Wärme kein *merkliches Hindernifs* in den Weg legt, ausgenommen die Reflexionen an der Oberfläche. Der Verlust von 52,5 Proc. Wärme rührte also her von dem *Zerstreuen* und *Vernichten* der Wärme durch Reflexion an den Oberflächen der Fasern, von Refraction durch deren Cylinderflächen und von Interferenz. Wir dürfen uns also nicht wundern, wenn der gebrochene und die Säule erreichende Theil der Wärme (der einzige, der durch die Natur des Mediums

wesentlich ergriffen wird) die vom Galvanometer angegebene Quantität der verschiedenen Wärmearten nicht merklich ändert. Demgemäfs finden wir, dafs Wärme von einer durch die Weingeistlampe erhitzten dunkeln Messingfläche, unter denselben Umständen, zu 44 Procent durchgeht, und selbst die von heifsem Wasser zu 42 Procent, obschon eine geringere Glasdicke beinahe opak ist für diese Wärmeart.

50) Ist dies der Fall — sind die Unterschiede so bedeutend — bei einem Netzwerk von regelmäfsig geformten, durchsichtigen und polirten Glasfäden, so mufs es noch mehr gelten von unfühlbaren, krystallinischen oder anderen Pulvern, die (ohne Zweifel) kleine Flächen unter jedem Winkel und kleine Risse in jeder Richtung darbieten.

51) Die folgende Tafel enthält die Resultate sehr zahlreicher und zum Theil unter verschiedenartigen Umständen wiederholter Versuche mit Pulvern mannichfaltiger Art. Die Untersuchung ist, wie bei den Metallpulvern, sicher unvollkommen; allein da der einfache Grundsatz, den ich erst rücksichtlich der Diathermanität opaker Pulver festzustellen suchte, nicht allgemein gültig zu seyn scheint, so brach ich diese mühsame Versuchsreihe ab, nachdem einige allgemeine Thatsachen gewonnen worden, die ich jetzt vorlegen will, ohne zu behaupten, einen Gegenstand erschöpft zu haben, welchen wir unzweifelhaft nach und nach näher kennen lernen werden, welcher aber gegenwärtig zur Verfolgung in seine isolirte Details eine sehr geraume Zeit erfordern würde. Diese Pulver wurden sämmtlich, aufgestreut, zwischen polirte Steinsalzplatten eingeschlossen, die an den Rändern verklebt und auf Diaphragmen von Karten befestigt worden, so geordnet, dafs die Wärme in jedem Fall durch dieselben Stellen der Oberflächen gehen mufste.

Durch-

Durchgang der Wärme verschiedenen Ursprungs durch
nicht-metallische Pulver ¹⁾, in Procenten.

	Locatelli's Lampe.		Dunkel heißes Messing.	Heißes Wasser.
	Durch Glas.	Durch berufs- tes Stein- salz.		
Alaun No. 1	17,0		17,1	
- No. 2	15,2 ³⁾		13,0 ³⁾	
Citronensäure No. 1	29	30	33,0 ⁴⁾	31,5
- - No. 2	12,9 ³⁾		8,7 ³⁾	
Steinsalz No. 1	12,8 ³⁾ ; 13,4	11,8	11,3	
- No. 2	31,5 ⁵⁾		29,2 ⁵⁾	
Schwefel	50,0		44,7	
Mennige	30,2		34,0	
Bleiglanz	26,3	22,4		
Holzkohle A	5 ⁶⁾		9 ⁶⁾	
Holzkohle A				
No. 1. Reihe I ²⁾	11,4	13,9		
No. 2. Reihe II ²⁾	15,1		16,0	17,0
No. 2	3,2 ³⁾		3,5 ³⁾	
Kalk No. 1	30,5		34,5	
- No. 2	15,5 ³⁾ ; 15,6	18,4	17,9	
- No. 3	27,5		32,0	
Kohlens. Magnesia	8,3	12,6		

- 1) Unter *nicht metallisch* ist gemeint: nicht im Zustand von *reinem* oder ungebundenem Metall.
- 2) Die Umstände bei diesen beiden Reihen waren ungleich, so daß die eine nicht direct mit der anderen vergleichbar ist. Jede ist aber vollkommen gut.
- 3) Die so bezeichneten Beobachtungen sind mit einem kräftigen Wärmebündel angestellt, auf die in §. 42 beschriebene Weise.
- 4) Nicht direct vergleichbar mit den beiden andern Beobachtungen in derselben Zeile, wahrscheinlich 3 oder 4 Procent zu hoch.
- 5) Ungemein gute Beobachtungen.
- 6) Die Intensitäten sehr schwach.

51) Zur vorstehenden Tafel bemerke ich: 1) daß die gepulverten krystallinischen Körper; wie Steinsalz, Alaun, Citronensäure und Schwefel, keine entschiedene, von ihrer Pulverform abhängige Neigung zum vorwaltenden Durchlaß der Wärme von niedriger Temperatur darbieten. Der sorgfältig wiederholte Versuch mit Steinsalz ist, in diesem Punkt, sehr entscheidend, da die Gleichgültigkeit des Steinsalzes, als Substanz, gegen die Natur der durchzulassenden Wärme, die von dem mechanischen Zustand herrührende Wirkung, wenn sie da wäre, sogleich sichtbar machen würde. Es scheint in diesem Zustand die Wärme von niedriger Temperatur sogar *weniger* leicht durchzulassen als die von hoher; 2) Bleiglanz, d. h. krystallisirtes Schwefelblei, im gepulverten Zustand, scheint die Eigenschaften von Gold, Silber und Zinn (43) zu besitzen: 3) Mennige, Holzkohle, Kalk und Magnesia, alles Substanzen von opaker, *erdiger* Beschaffenheit, scheinen sicher vorwaltend *dunkle Wärme* durchzulassen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß diese Liste auf die meisten Körper von ähnlicher mechanischer Beschaffenheit ausgedehnt werden könne.

52) Diese Unterscheidungen lassen, das weiß ich wohl, die *Ursache* des Unterschiedes im Charakter der Pulver und der Eigenthümlichkeiten von angelaufenen Flächen fast in der früheren Dunkelheit. Vor Allem scheint es mir sonderbar, daß eine mit gepulvertem Steinsalz bestreute Fläche keine Aehnlichkeit, sondern vielmehr die entgegengesetzte Eigenschaft, mit einer mechanisch gefurchten von gleichem Material besitzt ¹⁾. Das Entgegengesetzte in der Wirkung der Metallpulver und der opaken Erden ist eben so sonderbar als unerwartet. Wie schon gesagt, zweifle ich indess, ob *für jetzt* eine vollständige Untersuchung der Eigenthümlichkeiten specifischer Substanzen die Mühe der erforderlichen Arbeit

1) Um dies recht deutlich zu machen, brauchte und verglich ich zwei solche Platten zu demselben Versuch.

belohnen würde. Ich habe Versuche mit einigen faserigen Substanzen gemacht, z. B. mit Papier und Membran, welche, glaube ich, sehr wahrscheinlich als aufgelaufene Flächen wirken. Eine Annäherung dazu zeigt, wie man sehen wird, das gewöhnliche Cambric-Papier. In dem zu Paris unter dem Namen *papier végétal* verfertigten Papier zum Durchzeichnen befindet sich offenbar, zur Hervorbringung der Durchsichtigkeit, eine fremde Substanz, welche den Wärmedurchgang abändert. Ein dichtes Gewebe von Baumwollenfäden übt, wie schon gezeigt, keine specifische Wirkung aus (34). Die folgende Tafel enthält einige in der vorhergehenden nicht aufgeführten Resultate, die bei verschiedenen Substanzen die in diesem Aufsatz betrachtete Eigenschaft der *Wärmefarbe* erläutern.

Procente der von verschiedenen Körpern durchgelassenen Wärme.

	Wärmequelle.		
	Locatellis Lampe mit Glas.	Dunkel heißes Messing.	Heißes Wasser.
Goldschlägerhaut	60	28	
Cambric-Papier	8,6	10,5	
Papier végétal	36	28	
Gesponnen Glas	47,5	44	42
Steinsalz beruht	30,2	58	67
- rauh gemacht	49	73	76
- polirt und gefurcht ¹⁾	49,5	73	77

53) Die Hauptthatsachen in diesem Aufsatz sind:

54) I. Die (dem *Rothen* gleiche) Eigenthümlichkeit von Rußschichten, Wärme von niederer Temperatur durchzulassen, findet sich auch: 1) beim bloßen Holzkohlenpulver, 2) bei andern (wenigstens einigen) matten erdigen Pulvern, 3) bei einfach *matten* oder unpolirten

1) 200×200 Quadrate auf den Zoll.

Flächen, 4) bei unregelmässig, z. B. mit Sand- oder Schmirgel-Papier geritzten Flächen, 5) bei polirten, mit feinen Furchen versehenen Flächen, 6) bei durchsichtigem Glimmer, nach mechanischer Aufblätterung, während er, als zusammenhängendes Medium, entgegengesetzte Eigenschaften besitzt.

55) II. Folgende Media scheinen gegen die Art der durchgehenden Wärme *gleichgültig* zu seyn: 1) dünntes Blattgold, als undurchdringlich für jede; 2) Metallnetze, die jede Wärmeart genau im Verhältniß zur Flächengröße ihrer Zwischenräume durchlassen; 3) Fadenetze; 4) die meisten krystallisirten Körper, in Pulverform; sie *nähern* sich der Opacität für Wärme.

56) III. Folgende Körper, ausser den schon bekannten, lassen Wärme von hoher Temperatur (*violettenähnliche Wärme*) am meisten durch: 1) mehre reine Metallpulver; 2) Steinsalz, gepulvert, und viele andere Pulver; 3) thierische Membran.

57) IV. Wärme von niederer Temperatur wird an unvollkommen polirten Flächen am regelmässigsten reflectirt, und, wie wir gesehen haben, auch am regelmässigsten durchgelassen. Diese Thatfachen sind für die Theorie der Wärme von grosser Wichtigkeit, und wahrscheinlich werden sie rücksichtlich des Lichts und besonders der Absorptions-Erscheinungen auf Untersuchungen von nicht geringem Interesse führen.

58) Schon im §. 24 wurde auf die Analogie der eben erwähnten Thatfache mit der, daß rothes Licht leichter als violettes von matten Flächen reflectirt wird, hingewiesen; diese Thatfache bestätigt die Zulässigkeit der Wellenlehre bei der Wärme, und die Meinung, daß die wärmezeugenden Wellen desto länger sind, als die Temperatur der Quelle niedriger ist. Die Durchgangs Erscheinungen sind dunkler; sie lassen sich vergleichen entweder mit der Diffraction oder der Absorption beim Licht.

59) Die Wirkung der auf polirten Flächen gezogenen Linien, wie sie zu manchen Diffractions-Versuchen,

gebraucht werden, führt zu der Frage (31), ob die mittlere Farbe des Lichts beim Durchgang durch Gitter nothwendig unverändert bleibe? Diese Frage scheint noch Keinem, dem ich sie vorlegte, eingefallen zu seyn; und obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dafs keine Veränderung stattfinden werde, so scheinen doch die Gründe für eine solche Meinung a priori nicht ganz feststehend. Prof. Kelland, glaube ich, ist der Erste, dem es gelang, den Ausdruck für die Beleuchtung eines Schirms, der hinter irgend einem von ebenen Wellen getroffenen Gitter steht, zu integrieren ¹); er sagte mir, dafs allemal, wenn die Breite der Zwischenräume irgend ein Multiplum von der Breite der Drähte oder opakem Räume sey, die Intensität dieselbe sey, wie wenn daselbst ein Diaphragma vorhanden wäre, so grofs wie die Summe der Zwischenräume des Gitters.

60) Diefs Resultat (welches für unseren Zweck hinlänglich allgemein zu seyn scheint) wird in sofern bestätigt, als die Metallgitter für die Qualität der einfallenden Wärme durchaus *indifferent* sind.

61) Es bleibt indess zu erklären, wie gefurchte Flächen wirken können, anders als durch Auffangung eines Theils der Wärme, wie es ein opakes Netzwerk thun würde. Ich weifs keine ganz befriedigende Erklärung zu geben; allein der Umstand, dafs der durch Erwärmung in dünne Blätter zerfällte Glimmer eben so wirkt, kann uns vielleicht zu etwas der wahren Ursache Aehnliches führen.

62) Eine Anzahl dünner Platten, von *genau gleicher Dicke*, würde eine gewisse Farbe durchlassen und die complementäre reflectiren. Sind nun Platten von nahe einer gewissen Dicke sehr vorwaltend, und ist das Mifsverhältnifs in der Länge der einfallenden Wellen sehr grofs, so wird ein grofser Antheil in gleicher Weise durchgelassen und der Rest vernichtet oder reflectirt.

1) Airy's *Mathematical Tracts*, p. 328.

Wenn dieser Vorgang bei mechanisch in Blätter zerfallten Körpern nicht so häufig bemerkt worden, als man es vermuthen könnte, so entspringt dieß aus dem geringen Umfang der Wellenlänge in den sichtbaren Theilen des Spectrums. Eine geringe Abänderung in der Dicke des Blättchens läßt folgwiese jede Farbe des Spectrums durch oder vernichtet sie durch Interferenz. Sind die Wärmewellen (wie ich schon vermuthete) weit heterogener als die Lichtwellen, so würden solche Effecte verhältnißmäßig mehr hervortreten.

63) Vermuthlich besteht eine gefurchte Fläche aus einer Anzahl polirter Flächenstücke, die von der allgemeinen Fläche, unter kleinen Neigungen gegen die einfallenden Strahlen, theilweis abgerissen sind; und es läßt sich voraussetzen, daß diese Strahlen, nach der Trennung durch partielle Reflexion und Refraction, sich mit ungleichen Verzögerungen wieder vereinigen, dadurch *erst* auf die kürzeren Wellen zerstörend einwirken und die übrigen bestehen lassen. Ich habe schon auf die That- sache aufmerksam gemacht, daß die meisten der trüben Flüssigkeiten hauptsächlich die längeren Lichtwellen durchlassen. Ich halte dieß indess nur für vage Muth- mafsungen über einen sehr dunkeln Gegenstand. Ich glaube, daß Versuche über die Farbe solcher Mittel wie die angewandten, und besonders matter Flächen, nicht ohne Werth bei Erläuterungen der Absorptions-Erscheinungen in der Optik seyn würden.

64) Zum Schlufs könnte man vielleicht erwarten, daß ich einige Rücksicht nähme auf die Versuche und Raisonnements, von denen Hr. Melloni einen Bericht an Hrn. Arago gesandt (*Compt. rend.* vom 30. März, *T. X* p. 537 und 826) in zwei, vom 4. und 14. März datirten Briefen. Diese Briefe sind veranlaßt durch die Ankündigung meiner Versuche in demselben Werk (vom

6. Jan.). Der vorstehende Aufsatz, *lediglich* begründet auf Versuche, die vor der Ausfertigung von Hrn. Melloni's erster Mittheilung unternommen und vollendet wurden, wird, glaube ich, hinlänglich auf alle die Fragen antworten, die er in seinen Briefen an Hrn. Arago aufgeworfen hat, wenigstens so weit sie meine Versuche betreffen.

VIII. *Untersuchung des Allanit, Orthit, Cerin und Gadolinit; von Theodor Scheerer.*

Kurzer geschichtlicher Ueberblick.

Ehe ich meine Untersuchungen über die genannten Mineralien mittheile, will ich in Kürze der hauptsächlichsten Arbeiten gedenken, die früher über dieselben bekannt gemacht worden sind. Besonders werde ich alle bisher mit diesen Mineralkörpern unternommenen Analysen anführen, damit sie später mit den Resultaten meiner analytischen Untersuchungen verglichen werden können.

Der *Allanit* wurde zuerst von Giesecke in Grönland aufgefunden. Bekanntlich wurde das Schiff, mit welchem er seine auf Grönland gesammelten Mineralien nach Kopenhagen schickte, unterwegs von einem englischen Kaper genommen, und dessen Ladung zu Leith in Schottland verkauft. Allan brachte diese Mineralien an sich, und erkannte an dem darunter befindlichen Kryolith, daß sie aus Grönland seyen. Außerdem fand er ein Mineral unter ihnen, welches er nach den äußeren Kennzeichen für eine Gadolinitart hielt ¹⁾. Er schickte eine Quantität davon an Thomson, um es auf seine

1) *Transactions of the royal society of Edinburg, Vol. VI Part. I;*
und *Journal des mines, Vol. XXX, p. 281.*

chemischen Bestandtheile näher zu untersuchen. Thomson ¹⁾ fand es zusammengesetzt aus:

Kieselerde	35,4
Thonerde	4,1
Eisenoxyd	25,4
Ceroxyd	33,9
Kalkerde	9,2
Flüchtige Theile	4,0
	<hr/> 112,0.

Außerdem gab er noch einen Gehalt von 7,2 Proc. eines neuen Metalloxyds an, welches er Junoniumoxyd nannte. Spätere Untersuchungen haben jedoch diese Angaben nicht bestätigt. Allan zu Ehren nannte Thomson dies Mineral Allanit. Was die Krystallform desselben betrifft, so ist sie, nach ihm, ein rhombisches Prisma von 117° . Allan hatte früher einen Winkel von 120° angegeben. Haidinger ²⁾ beschreibt einen großen, aber aufgewachsenen Krystall des Allanits als zum 1- und 1gliedrigen Krystallsystem gehörig, und giebt die Winkel, unter denen sich die senkrechten Prismenflächen schneiden, zu 129° , 115° und 116° an, welche beiden letzteren Winkel der Abstumpfung der scharfen Seitenkante angehören. Das specifische Gewicht des Minerals fand Thomson sehr verschieden, von 3,119 bis 4,001. v. Leonhard ³⁾ giebt die spec. Schwere, nach einer Wägung von Kopp, zu 3,495 an. Die unvollkommene Kenntniss von der chemischen Zusammensetzung dieses Minerals, welche man etwa im Jahre 1808 durch Thomson erhielt, blieb lange Zeit hindurch die einzige, bis endlich 1834 Stromeyer ⁴⁾ das Mineral einer neuen

1) *Transact. of the royal society of Edinburgh, Vol. VI Part. II.*

2) Ebendasselbst, 1825.

3) Leonhard und Selb's, mineralogische Studien, I.

4) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXII S. 288..

chemischen Untersuchung unterwarf. Drei sehr wohl übereinstimmende Analysen gaben im Mittel folgendes Resultat:

Kieselerde	33,02
Thonerde	15,22
Eisenoxydul	15,10
Ceroxydul	21,60
Manganoxydul	0,40
Kalk	11,08
Wasser	3,00
	<hr/> 99,42.

Außerdem hat Wollaston früher ein Mineral aus Mysore analysirt, welches Manche zum Allanit zählen. Ich werde jedoch später zeigen, daß es mit mehr Recht seinen Platz beim Cerin einnimmt.

Der *Cerin* wurde zuerst im Jahre 1811 von Hisinger ¹⁾ beschrieben, der ihn auf der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan fand, woselbst er meist in dem ihm verwandten Cerit eingewachsen vorkommt. Das spec. Gewicht giebt Hisinger zu 3,77 bis 3,80 an, und die Zerlegung ergab:

Kieselerde	30,17
Thonerde	11,31
Eisenoxyd	20,72
Ceroxydul	28,19
Kalkerde	9,12
Kupferoxyd (zufällig)	0,87
Flüchtige Theile	0,40
	<hr/> 100,78.

Seit dieser Zeit ist keine zweite analytische Untersuchung mit diesem Minerale vorgenommen worden. Hinsichtlich der krystallographischen Kenntniß hat Hr. Prof.

1) *Kongl. Vetenskaps Acad. Handl. År 1811; und Journal de physique etc., Vol. LXXV p 239.*

G. Rose vor einigen Jahren eine Notiz darüber mitgetheilt. Er fand das Krystallsystem des Cerins 1- und 1axig. Ich will hier seine eigenen Worte anführen: »Es sind geschobene vierseitige Prismen von 128° , die an den scharfen und stumpfen Seitenkanten gerade abgestumpft sind (also vier Combinationskanten von 154° und vier von 116° haben) und an den Enden, aufser andern Flächen, mit zwei Zuschärfungen von 110° und 70° begrenzt sind, die auf die Abstumpfungen der scharfen Seitenkanten gerade aufgesetzt sind.« Hr. Prof. G. Rose vermuthet daher mit vielem Grund, dafs die Krystallformen des Allanits und Cerins dieselben seyen, indem sie sich mit Haidinger's ungefähren Messungen des Allanits sehr gut in Uebereinstimmung bringen lassen.

Hier will ich auch die Zusammensetzung des schon vorhin beim Allanit erwähnten Minerals von Mysore anführen, welches durch Wollaston ²⁾ analysirt worden ist. Derselbe fand darin:

Kieselerde	34,0
Thonerde	9,0
Eisenoxyd	32,0
Ceroxydul	19,8
	<hr/>
	94,8.

Der *Orthit* wurde von Berzelius ³⁾ etwa im Jahre 1815, zugleich mit vielen andern höchst interessanten Mineralien, in der berühmten Fundstätte von Finbo entdeckt. Derselbe fand sich hier in eigenthümlichen, strahlenförmigen Massen, welche von dem die Lagerstätte umgebenden Gneis ausgingen. Sein spec. Gewicht war 3,288 und seine Zusammensetzung:

1) Elemente der Krystallographie, von G. Rose, I. Aufl. S. 165.

2) v. Leonhard's Handbuch der Oryktognosie, S. 482.

3) *Afhandl. i Fysik*, Bd. V S. 39.

Kieselerde	36,25
Thonerde	14,00
Eisenoxydul	11,42
Ceroxydul	17,39
Yttererde	3,80
Manganoxydul	1,36
Kalkerde	4,89
Wasser	8,70
	<hr/> 97,81.

Später fand Berzelius ¹⁾ dieses Mineral auch in einem Granitgange, nicht weit von Finbo, dem sogenannten »Gottliebsgange.« Zwei Analysen ergaben folgende Zusammensetzung des Orthits:

Kieselerde	32,00	32,18
Thonerde	14,80	14,81
Eisenoxydul	12,44	12,38
Ceroxydul	19,44	20,51
Yttererde	3,44	2,87
Manganoxydul	3,40	3,36
Kalkerde	7,84	7,96
Wasser	5,36	5,36
	<hr/> 98,72	<hr/> 99,43.

Längere Zeit nachher hat Wöhler ²⁾ den Orthit auch im Granite, in der Nähe von Stockholm, auf Skepsholmen, gefunden. Durch eine Analyse überzeugte er sich, daß er gleich dem vom Gottliebsgange zusammengesetzt sey. Doch giebt Wöhler zugleich an, daß der von ihm gefundene Orthit durchaus nicht jene Strahlenform zeige, die man anfänglich charakteristisch für den Orthit hielt, sondern in rundlichen Körnern von mehr oder weniger bedeutender Größe vorkomme.

1) *Afhandl. i Fysik*, Bd. V S. 42.

2) *Zeitschrift für Mineral.* von K. G. v. Leonhard, Bd. I S. 246.

Die neusten Analysen über Orthit sind von Berlin ¹⁾ angestellt worden. Es war die eine zu Ytterby vorkommende Varietät, welche er folgendermaßen zusammengesetzt fand:

Kieselerde	36,24	33,60
Thonerde	8,18	12,58
Yttererde	29,81	20,83
Ceroxydul	4,98	4,56
Eisenoxydul	9,06	13,48
Kalkerde	5,48	9,59
Talkerde	0,61	1,60
Wasser	4,59	3,34
	<hr/> 98,95	<hr/> 99,58.

Außerdem giebt Berlin noch einen Gehalt von 0,61 und 0,62 Kali und Natron an, der aber wohl von beigemengter Gebirgsart herrühren dürfte. Berzelius glaubt, daß diese beiden Abarten nur mit Gadolinit gemengter Orthit seyen; ich werde jedoch später zeigen, daß hierüber auch eine andere Ansicht mit Wahrscheinlichkeit aufgestellt werden kann.

Der *Gadolinit* wurde von Arrhenius zu Ytterby entdeckt. Geyer ²⁾ machte hierüber im Jahre 1788 eine kurze Mittheilung, in welcher er die äußern Kennzeichen dieses Fossils beschrieb. Der erste, welcher dasselbe analysirte, war Gadolin ³⁾. Er fand darin:

Kieselerde	31
Thonerde	19
Eisenoxyd	12
Yttererde	38
	<hr/> 100

1) Berzelius Jahresbericht, Jahrgang 17, S. 221.

2) v. Crell's Annalen der Chemie, Bd. I S. 329.

3) *Vetenskaps Acad. Handl.* 1794, Th. II S. 137.

wobei er zugleich die Eigenthümlichkeit der Yttererde, als einer neuen Erdart, aussprach.

Darauf war es Ekeberg ¹⁾, welcher den Gadolinit von Ytterby einer analytischen Untersuchung unterwarf, und dabei folgendes Resultat erhielt:

Kieselerde	25
Thonerde	4½
Eisenoxyd	18
Yttererde	47½
	<hr/> 100.

Dieses Resultat weicht bedeutend von dem vorigen ab; jedoch ist auf letzteres das meiste Gewicht zu legen, da es mit sehr reinen Stücken angestellt wurde. Die vollständigste Untersuchung dieses Minerals in älterer Zeit hat Klaproth ²⁾ unternommen. Er setzte es zugleich durch seine Versuche außer Zweifel, daß die Yttererde wirklich eine eigenthümliche Erde sey, da man bisher ihre Selbstständigkeit, besonders wegen ihrer großen Aehnlichkeit mit der Beryllerde, stark angefochten hatte. Das Resultat seiner quantitativen Untersuchung stimmt jedoch nur wenig mit dem von Ekeberg überein:

Kieselerde	21,25
Thonerde	0,50
Eisenoxyd (schwarzes)	17,50
Yttererde	59,75
Wasser	0,50
	<hr/> 99,50.

Diese drei angeführten Analysen haben wohl nur noch ein historisches Interesse, aber sie sind keineswegs geeignet, um einen genauen Schlufs auf die chemische Constitution dieses Minerals zu machen. Das Ceroxydul ist

1) *Vetensk. Acad. Handl.*, År 1797, S. 156, und 1802 S. 76.

2) Klaproth's Beiträge u. s. w. Bd. III S. 52.

in allen dreien übersehen und nicht von der Yttererde getrennt worden, was auch nicht wohl geschehen konnte, da die Eigenschaften desselben zu dieser Zeit nur erst sehr unvollkommen bekannt waren.

Berzelius ¹⁾ verdanken wir die erste genaue und vollständige Kenntniß dieses seltenen Mineralkörpers. Er untersuchte davon drei Varietäten, von Brodbo, Finbo und Kärarfvet, deren chemische Zusammensetzung ich hier anführen will:

	Von Finbo.	Von Brodbo.
Kieselerde	25,80	24,16
Yttererde	45,00	45,93
Ceroxydul	16,69	16,90
Eisenoxydul	10,26	11,34
Wasser	0,60	0,60
	<hr/> 98,35	<hr/> 98,93.

	Von Kärarfvet.	
Kieselerde	29,20	29,18
Beryllerde	1,70	2,00
Yttererde	47,62	47,30
Eisenoxydul	8,30	8,00
Ceroxydul	3,40	3,40
Kalkerde	3,47	3,15
Manganoxydul	1,42	1,30
Wasser	5,20	5,20
	<hr/> 100,31	<hr/> 99,53.

Der Gadolinit von Kärarfvet ist also dadurch vor den übrigen ausgezeichnet, daß Beryllerde in ihm auftritt, die nachher öfter in den Gadoliniten von verschiedenen Fundorten angegeben worden ist. So fanden sie Thomson und Steele ²⁾ in einer Gadolinitart von unbekanntem Fundorte:

1) Berzelius, *Afhandl. i Fysik etc.* Bd. IV S. 148 und 389.

2) *Records of Science*, Juni 1835.

Kieselerde	24,33
Beryllerde	11,60
Yttererde	45,00
Ceroxydul	4,33
Eisenoxydul	13,59
Wasser	0,90
	<hr/> 99,75.

Demnächst hat A. Connell ¹⁾ einen Gadolinit von Fablan untersucht, und giebt seine Zusammensetzung folgendermaßen an:

Kieselerde	27,10
Beryllerde	5,90
Yttererde	36,51
Ceroxydul	14,31
Eisenoxydul	14,41
Kalkerde	0,45
	<hr/> 98,71.

Da die Yttererde so viele Eigenschaften mit der Beryllerde gemein hat, und so leicht mit dieser verwechselt werden kann, so bezweifelte Berzelius, daß es mit einem so großen Gehalt an Beryllerde, wie ihn die beiden letzten angeführten Analysen angeben, seine Richtigkeit habe. Berlin ²⁾ hat deshalb den Gadolinit von Ytterby mit besonderer Rücksicht auf die Beryllerde untersucht. Ich gebe hier die Resultate seiner Analysen:

Kieselerde	25,62	25,26
Thonerde	0,48	0,28
Yttererde	50,00	45,53
Ceroxydul	7,90	6,08
Eisenoxydul	14,44	20,28
Kalkerde	1,30	0,50
Talkerde	0,54	0,11
Kali und Natron	0,37	0,41
	<hr/> 100,65	<hr/> 98,45.

1) *Edinburgh New Philosophical Journal*, Vol. XX p. 300.

2) Berzelius, Jahresbericht, Jahrgang 17, S. 221.

Der Gadolinit von Ytterby hält also hiernach keine Beryllerde. Die Abweichung beider Analysen, namentlich im Yttererdegehalt, liegt vielleicht nur in der Isomorphie einiger Bestandtheile.

Trotz der verschiedenen Untersuchungen über die vier hier in Rede stehenden Mineralien ist man bis jetzt dennoch zu keiner genauen Kenntniss ihrer chemischen Constitution gekommen. Einige Mineralogen rechnen den Cerin zum Allanit, andere den Allanit zum Orthit. Kurz, dass alle drei Fossilien verwandt seyen, darüber ist man einig; allein durch ihre Zusammensetzung wird diese Verwandtschaft bis jetzt noch nicht genügend dargethan. Beim Gadolinit ist das Auftreten der Beryllerde ein Räthsel, welches verhindert für dessen Zusammensetzung eine Formel zu bilden. In dem Folgenden werde ich nun darthun, in wiefern meine Arbeiten zur genaueren Kenntniss dieser Mineralien beigetragen haben.

Aeußere Charakteristik der untersuchten Mineralien.

Die von mir untersuchten Mineralien sind; mit Ausnahme von einem (des Cerins von der Bastnäs-Grube bei Riddarhyttan), von bisher unbekannt gewesenen Fundorten; und ich glaube daher schuldig zu seyn, außer den Resultaten meiner Analysen, auch die äußeren Kennzeichen derselben anzugeben, damit zwischen ihnen und den ähnlichen Mineralien bekannter Fundstätten auch in dieser Hinsicht Vergleiche angestellt werden können. Ich werde hierbei diese Mineralien sogleich unter denjenigen Namen aufführen, zu welchem mich die weiter hinten angeführten Resultate meiner Analysen berechtigt haben.

I. Orthit von Fillefjeld.

Fundort. Eine genauere Bezeichnung des Ortes, wo dieß Mineral angetroffen wird, als die Angabe eines grofsen Gebirgrückens, bin ich leider nicht im Stande zu geben. Ein reines Stück dieses Minerals, von einigen Kubikzollen Inhalt, befindet sich auf der Mineraliensammlung der Universität zu Christiania, jedoch ist über dasselbe weiter nichts bekannt, als dafs es von Fille-Fjeld sey.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Grau.

Aeusere Gestalt. Massig, ohne Spuren von Krystallinität.

Glanz. Glasglanz, sich zum Fettglanze neigend.

Bruch. Unvollkommen muschlig.

Durchsichtigkeit. Nur in den feinsten Splintern schwachgrau durchscheinend.

Härte. Sehr nahe der des Feldspaths.

Zusammenhang der Theile. Spröde.

Specifisches Gewicht. 3,63 bis 3,65.

Verhalten vor dem Löthrohre. Unter schwachem Blasenwerfen zur schwarzen, glasigen Kugel schmelzend. Mit den Flüssen einen Gehalt von Kieselerde und Eisen zeigend.

Vorkommen. An dem erwähnten Stücke befindet sich keine Gebirgsart, welche einen Schlufs auf das Vorkommen dieses Minerals erlaube.

II. Allanit von Jotun-Fjeld.

Fundort. Dieses Mineral kommt in einer der grösartigsten Gebirgsgegenden Norwegens vor. Es findet sich an den Ufern des Bygdin-Vand (Bygdin-Wasser), eines Sees, welchen man erst in der neusten Zeit geographisch vermessen und auf Karten verzeichnet hat, obgleich er über 4 Meilen lang und an einzelnen Stellen über eine

halbe Meile breit ist. Der Bygdin-See liegt etwa 3500 Fufs über der Meeresfläche, zwischen Jotun-Fjeld und Net-Fjeld, an der östlichen Seite des grossen Gebirgskammes, der sich von Dovre-Fjeld nach Süden zieht. Eine grosse Anzahl Gebirgswässer stürzen sich von den umliegenden, bis zu 7000 Fufs ansteigenden Schneegebirgen und Gletschern in den See, und unter diesen ist es der westlichste, auf der Nordseite des Sees, Mjelka-Elf (Milch-Flufs), an dessen Mündung in den Bygdin-See sich der Allanit findet. Der Flufs führt deswegen seinen Namen, weil eine grosse Menge von hinter einander folgenden Wasserfällen sein Wasser fast in Schaum verwandeln, und ihm daher in der Ferne das Ansehn eines weissen Streifens verleihen. Hr. Prof. Keilhau entdeckte dies Mineral hier vor etwa 20 Jahren, als er bei der Vermessung des Sees zugegen war, und brachte einige Probestücke davon mit. Das Interessante der Gegend und des Vorkommens desselben veranlafsten mich eine Reise dahin zu unternehmen.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Hell grünlichgrau.

Aeusere Gestalt. In rundlichen und länglich rundlichen Körnern einsitzend. Ohne Krystallinität.

Glanz. Glasartig, in's Fettige.

Bruch. Unvollkommen muschlig.

Durchsichtigkeit. Nur in den feinsten Splittern hell grünlichgrau durchscheinend.

Härte. Anscheinend ein wenig härter als Feldspath.

Zusammenhang der Theile. Spröde.

Specifisches Gewicht. 3,53 bis 3,54.

Verhalten vor dem Löthrohr. Gleich dem vorigen.

Vorkommen. In einem porphyrtartigen Gestein, welches das Bette des Mjelka-Elf bildet, setzen gangartige Adern auf (die ich jedoch nicht für wirkliche Gänge in Anspruch nehme) ¹⁾, welche fast rechtwinklich die Rich-

1) Ich halte sie von ähnlicher Natur, wie jene Mineralausscheidung zu

tung des Flusses durchschneiden. Dieselben bestehen aus einer dichten, zuweilen feinkörnigen Grundmasse, von weißlicher Farbe mit fleischrothen Streifen durchzogen. Ich hielt sie anfangs für dichten Feldspath. Da aber die Auflösung des durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufgeschlossenen Minerals keine Kalireaction zeigte, so ist es wahrscheinlich, daß sie aus dichtem Albit besteht. In einer dieser Adern, welche man durch ihre hellere Farbe schon in der Entfernung vom Nebengesteine unterscheidet, kommt nun der Allanit eingesprengt vor. Er bildet hier verschiedenartig gestaltete Körner, welche zuweilen reihenförmig, mehr oder weniger jenen fleischrothen Streifen folgend, angeordnet sind, und gleichsam hierdurch eine Neigung zur Strahlenbildung zeigen, ähnlich der des Orthits vom Gottliebs-Gang. Die Größe der Körner ist verschieden, doch fand ich keins viel über Haselnußgröße. Sie sind zuweilen von ganz feinkörnigem Magneteisenstein umgeben, der überhaupt viele der kleineren Körner so innig durchdringt, daß man ihn nur durch Pulvern des Minerals und Ausziehen mit dem Magnete von demselben trennen kann. Außer dem Allanit finden sich noch kleine, höchstens linienlange Krystalle sparsam eingesprengt, welche, den äußern Kenzeichen zufolge, Zirkone sind. Der Ort der Verbreitung des Allanits, im Verhältniß zur Länge jener gangartigen Ader, ist nur von geringem Umfange. Ich löste durch einen einzigen, gut angebrachten Schuß fast die ganze Gesteinsmasse ab, in der er eingesprengt war. Es ist aber höchst wahrscheinlich, daß wenn man den Mjelka-Elf bis zu seiner Quelle verfolgte, oder in den umliegenden Gebirgen suchte, man noch mehr Fundorte desselben antreffen würde. Leider wurde ich durch anhaltendes Regenwetter verhindert in dieser unwirthbaren Einöde, fast

Fossum, welche ich im 49. Bande von Poggendorff's Annalen beschrieben habe.

10 Meilen von der nächsten menschlichen Wohnung entfernt, längere Untersuchungen anzustellen.

{ III. Allanit von Snarum.

Fundort. Ich fand dieses Mineral etwa eine Viertelmeile von dem bekannten Fundorte des Rutil und Apatits auf Snarum entfernt. Es scheint sich nur in sehr geringer Menge zu finden.

Farbe. Pechschwarz, in's Bräunliche ziehend.

Farbe des Pulvers. Grau.

Aeusere Gestalt. In eckigen Körnern, welche durch die sie begrenzenden Albitkrystalle ihre Form erhalten, und ihnen zuweilen einen Anschein von Krystallinität geben, wenn jene Krystalle ausgebrochen sind.

Glanz. Matter Fettglanz, nur wenig glasartig.

Bruch. Uneben in's Körnige.

Durchsichtigkeit. Völlig undurchsichtig.

Härte. Wenig von der des Feldspaths verschieden.

Zusammenhang der Theile. Bröcklich.

Specifisches Gewicht. 3,79.

Verhalten vor dem Löthrohr. Zur schwarzen gläserigen Perle schmelzbar. Mit den Flüssen auf Kieselerde und Eisen reagirend.

Vorkommen. In einer Ausscheidung von krystallisiertem Albit, zugleich mit Krystallen von Quarz, grüner Hornblende und Apatit. Die Apatitkrystalle sind von ziemlich bedeutender Grösse, zuweilen über 1 Zoll lang und breit, und sind durch die stark ausgebildeten hexagonalen Pyramidenflächen ausgezeichnet.

IV. Cerin von Riddarhyttan.

Zur Vergleichung will ich die meist schon bekannten Eigenschaften dieses Minerals hier anführen.

Farbe. Bräunlich schwarz.

Farbe des Pulvers. Graubraun, ziemlich dunkel.

Aeusere Gestalt. Krystallinische Massen und Krystalle; letztere besonders in Kupferkies eingewachsen.

Glanz. Matter Fettglanz.

Bruch. Uneben körnig, in's Muschlige.

Durchsichtigkeit. Selbst in den feinsten Splittern nicht durchscheinend.

Härte. Der des Feldspaths nahe.

Zusammenhang der Theile. Weniger brüchlich als der Allanit von Snarum.

Specifisches Gewicht. Nach Hisinger 3,77 bis 3,80.

Verhalten vor dem Löthrohr. Unter Kochen zur schwarzen, glasigen Kugel schmelzend, und mit den Flüssigkeiten auf Eisen und Kieselerde reagirend.

Vorkommen. Meist im Cerit eingewachsen, mit Hornblende und Kupferkies.

V. Gadolinit von Hitterön.

Fundort. Hr. Prof. Keilhau fand dieß Mineral auf Hitterön, einer Insel bei Flekkefjord, im südlichen Norwegen. Es ist dieß derselbe Ort, welcher den Mineralogen schon als einzige Fundstätte der phosphorsäuren Yttererde bekannt ist. Auch Orthit soll sich hier finden. Es bietet also diese Insel eine sehr reiche Quelle yttererdehaltiger Fossilien dar.

Farbe. Pechschwarz.

Farbe des Pulvers. Grüngrau.

Aeusere Gestalt. Das Stück, welches sich auf der Universitätssammlung zu Christiania befindet, ist völlig gediegen, ohne fremde Beimengungen. Es mag etwa einige Pfunde wiegen, und möchte wohl das grösste bisher gefundene Exemplar dieser Art seyn. Spuren von Krystallinität sind nicht daran zu bemerken.

Glanz. Glasglanz, etwas fettartig.

Bruch. Muschlig.

Durchsichtigkeit. In Splittern grüngrau durchscheinend.

Härte. Etwas härter als Feldspath.

Zusammenhang der Theile. Spröde.

Specifisches Gewicht. 4,35.

Verhalten vor dem Löthrohr. Unschmelzbar; Kiesel- und Eisengehalt zeigend.

Vorkommen. An dem erwähnten Stück befindet sich kein Nebengestein. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß dieser Gadolinit, gleich der phosphorsauren Yttererde, in Granit eingewachsen vorkommt.

(Schluß im nächsten Heft.)

IX. *Verbesserung des Marsh'schen Apparats; von den HH. Käppelin und Kampmann in Colmar.*

Ein gerades, 0,01 Mm. weites Rohr geht in eine zweihalsige Flasche, die Zink enthält; aus dem zweiten Halse führt eine gebogene Röhre in ein Rohr mit Chlorcalcium, und an diesem sitzt eine dritte, 0,005 Mm. weite Röhre, die am Ende ausgezogen, und durch die beiden Löcher eines steigbügelförmigen Kupferblatts gesteckt ist. Dadurch kann man diese Röhre auf eine Länge von etwa 5 Centm. mittelst der Weingeistlampe erhitzen. Beim Gebrauch schüttet man erst verdünnte Salzsäure durch die gerade Röhre hinein, und erhitzt, wenn alle Luft ausgetrieben worden, die enge Röhre zum Glühen. Durch Anzünden des ausströmenden Gases ermittelt man, ob die angewandten Reagenzien arsenikfrei seyen. Hierauf schüttet man in die Flasche: 1) abermals verdünnte Salzsäure, 2) die auf Arsenik verdächtige Flüssigkeit, 3) Salzsäure, 4) die erwähnte Flüssigkeit, und so fort. Wie wenig Arsenik auch vorhanden seyn mag, so sammelt es sich doch in dem Theil der 0^m,005 weiten Röhre, der nicht erhitzt worden, und zugleich kann man durch Entzünden des ausströmenden Gases und Vorhalten einer Porcellanplatte ermitteln, ob alles Arsenikwasserstoff zer-
setzt worden. (*Compt. rend. T. XI p. 926.*)

X. *Ueber das Arsenikwasserstoffgas;
von Heinrich Rose.*

Es ist bekannt, daß das Arsenikwasserstoffgas von allen metallischen Auflösungen besonders leicht durch eine Auflösung von Quecksilberchlorid zersetzt wird, und daß man sich deshalb derselben bedient, sowohl um jede Spur von Arsenikwasserstoffgas zu zerstören, als auch um die Gegenwart dieses Gases anzuzeigen.

Die Zusammensetzung dieses Niederschlags ist indessen ganz unbekannt, und die Eigenschaften, welche man demselben zuschreibt, gewöhnlich unrichtig angegeben worden. Soubeiran thut seiner in der Arbeit über Arsenikwasserstoffgas fast gar nicht Erwähnung ¹⁾, und Stromeyer scheint der einzige gewesen zu seyn, welcher ihn untersucht hat. Nach ihm bildet das Arsenikwasserstoffgas mit einer Quecksilberchloridauflösung arsenichte Säure und Quecksilberchlorür, und endlich ein Amalgam von Quecksilber und Arsenik.

Das Arsenikwasserstoffgas, welches ich zu meinen Versuchen gebrauchte, entwickelte ich aus einer gewöhnlichen Entbindungsflasche in der Kälte vermittelst metallischen Zinks, arsenichter Säure und verdünnter Chlorwasserstoffsäure. Ehe das Gas in eine Auflösung von Quecksilberchlorid geleitet wurde, mußte es durch eine mit Chlorcalcium angefüllte Röhre strömen. Da eine Auflösung von Quecksilberchlorid durch reines Wasserstoffgas nicht verändert wird, so konnte die Beimengung dieses Gases keinen Einfluß auf die Zusammensetzung des Niederschlags ausüben.

In der Quecksilberchloridauflösung entsteht durch hineingeleitetes Arsenikwasserstoffgas ein gelber Nieder-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XIX S. 191.

schlag, der einen Stich in's Bräunliche hat, und sich dadurch von der Fällung unterscheidet, welche durch Einwirkung von Phosphorwasserstoffgas auf Quecksilberchloridauflösungen entsteht. Nach dem Filtriren, Aussüßen mit kaltem Wasser und schnellen Trocknen im luftleeren Raume über Schwefelsäure sieht der Niederschlag braungelb aus.

Wird bei der Erzeugung des Niederschlages nicht die ganze Menge des Quecksilberchlorids zersetzt, sondern leitet man weniger Arsenikwasserstoffgas in die Auflösung desselben, als zur vollständigen Zersetzung nothwendig ist, so schützt der Ueberschuß des aufgelösten Salzes den Niederschlag sehr gegen die Zersetzung vermittelt des Wassers. Findet indessen der entgegengesetzte Fall statt, hat man alles Quecksilber aus der Auflösung durch ein Uebermaafs von Arsenikwasserstoffgas gefällt, hat man besonders eine verdünnte Auflösung angewandt, so wird der entstandene Niederschlag leichter zersetzt. Durch Aufbewahrung unter vielem Wasser in einer verschlossenen Flasche, nachdem er ausgestüßt worden ist, wird er schwarz, und besteht endlich aus bloßen Quecksilberkugeln. Die über diesen stehende Flüssigkeit giebt mit salpetersaurer Silberoxydauflösung einen Niederschlag von Chlorsilber, und nach Abscheidung desselben und Sättigung mit Ammoniak eine gelbe Fällung von arsenichtsauerm Silberoxyd. Werden zu der Flüssigkeit einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, so entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser so gleich eine gelbe Fällung von Schwefelarsenik.

Der Niederschlag zersetzt sich also durch eine lange dauernde Einwirkung von vielem Wasser in Quecksilber, in arsenichte Säure und in Chlorwasserstoffsäure.

Diese Zersetzung ist vollkommen ähnlich der, welche durch Wasser in dem Niederschlag bewirkt wird, der in Quecksilberchloridauflösungen durch Phosphorwasserstoffgas erzeugt wird. Dieser zerfällt dadurch in

Quecksilber; in phosphorichte Säure und in Chlorwasserstoffsäure ¹⁾. Es geschieht jedoch diese Zersetzung schneller, als es bei der durch Arsenikwasserstoffgas gebildeten Fällung der Fall ist.

Die durch Wasser bewirkte ähnliche Zersetzung beider Niederschläge setzt auch eine Aehnlichkeit in der Zusammensetzung voraus; eine Vermuthung, welche sich durch eine quantitative Analyse bestätigte.

1,225 Grm. des Niederschlages wurden mit verdünnter Salpetersäure bei sehr gelinder Erwärmung behandelt; sie wurden dadurch in 1,069 Grm. Quecksilberchlorür verwandelt, das bei einer quantitativen Untersuchung sich vollkommen so zusammengesetzt zeigte, wie es der Berechnung nach besteht. Die verdünnte Salpetersäure verhält sich also gegen diesen Niederschlag wie gegen den durch Phosphorwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösung erzeugten. — Durch die Einwirkung der Salpetersäure auf Quecksilberchlorür, obgleich jene im verdünnten Zustand angewandt wurde, war eine kleine Menge von Quecksilberchlorid entstanden, die vom Quecksilberchlorür getrennte Flüssigkeit gab daher eine geringe Fällung von Chlorsilber mittelst einer salpetersauren Silberoxydauflösung; sie betrug 0,022 Grm., welche 0,036 Grm. Quecksilberchlorür entsprechen. Die ganze Menge des aus dem Niederschlage erzeugten Quecksilberchlorürs würde daher 1,105 Grm. betragen haben. Diese entsprechen 76,80 Proc. Quecksilber und 13,43 Proc. Chlor in der Verbindung.

Es ergibt sich aus diesen Angaben, daß der Niederschlag aus Quecksilberchlorid und einem Arsenikquecksilber besteht, welches dem Arsenikwasserstoff entsprechend zusammengesetzt ist ($2\text{As} + 3\text{Hg}$). Eine nach der Formel $\text{As}^2\text{Hg}^3 + \text{Hg}^3\text{Cl}^3$ berechnete Zusammensetzung enthält im Hundert:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXX S. 80.

Quecksilber	77,00
Chlor	13,47
Arsenik	9,53
	<hr/> 100,00.

Der durch Arsenikwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösungen erzeugte Niederschlag unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung von dem durch Phosphorwasserstoffgas darin bewirkten wesentlich dadurch, daß jener wasserfrei ist, dieser aber 3 Atome Wasser enthält. Diefes ist der Grund, warum beide Niederschläge sich bei erhöhter Temperatur ganz verschieden verhalten. Der aus Phosphor- und Chlorquecksilber bestehende enthält so viel Wasser, daß dadurch die ganze Menge des Chlors in Chlorwasserstoff, das bei der Erhitzung gasförmig entweicht, und der Phosphorgehalt in phosphorige Säure, welche durch die erhöhte Temperatur in Phosphorsäure sich zersetzt, verwandelt wird.

Die durch Arsenikwasserstoffgas in Quecksilberchloridauflösung gebildete Fällung giebt hingegen durch's Erhitzen nichts Gasförmiges, wohl aber sublimirt sie vollständig, wobei sie in Quecksilberchlorür und in metallisches Arsenik zersetzt wird. Es sublimirt dabei eine kleine Menge einer gelbröthlichen Substanz, welche aus Quecksilber, Chlor und Arsenik besteht und vielleicht unzersetzte Substanz seyn kann. Bisweilen zeigt sich im Sublimat eine geringe Menge von metallischem Quecksilber.

Durch die Zusammensetzung des Niederschlages, welcher in Quecksilberchloridauflösungen durch Arsenikwasserstoffgas entsteht, so wie durch das Verhalten desselben gegen Wasser und verdünnte Salpetersäure, wird die Zusammensetzung jenes Gases, wie sie von Dumas und Soubeiran angegeben ist, vollkommen bestätigt.

Ich habe viele Versuche mit dem Niederschlage angestellt, welcher durch *Antimonwasserstoffgas* in Quecksilberchloridauflösungen hervorgebracht wird. Dieser hat

eine andere Zusammensetzung, als der, welcher durch Phosphor- und Arsenikwasserstoffgas in jener Auflösung sich erzeugt, woraus man auf eine Zusammensetzung des Antimonwasserstoffgases schliessen kann, welche von der des Phosphor- und Arsenikwasserstoffgases abweicht. Ich werde später meine Versuche hierüber bekannt machen.

XI. *Untersuchungen über das Brechvermögen einiger Flüssigkeiten;*
von HH E. Becquerel und A. Cahours.

(*Compt. rend. T. VI p. 867.*)

Die Resultate, welche wir gegenwärtig die Ehre haben der Academie vorzulegen, sind nur der Anfang einer sehr ausgedehnten Arbeit, die wir über das Refractions- und Dispersionsvermögen von Flüssigkeiten unternommen haben. Da die bisher bestimmten Brechverhältnisse meistens nur für Körper von nicht genau ermittelter Zusammensetzung gelten, so haben wir geglaubt, diese Aufgabe wieder vornehmen zu müssen, und zwar bei solchen Körpern, deren Zusammensetzung durch die Chemiker wohl festgestellt ist. Wir haben uns eine große Zahl von Flüssigkeiten verschafft, deren einige wohl bestimmte Reihen bilden; wir geben heute von diesen Flüssigkeiten die mittleren Brechverhältnisse, die, mit Genauigkeit bestimmt, vielleicht zu einigen Relationen über die Zusammensetzung dieser Körper führen werden.

Dr. Brewster, der eine sehr große Zahl von Brechverhältnissen, jedoch häufig von unreinen Körpern, bestimmt hat, bediente sich eines sehr bequemen Verfahrens, das wir mit einigen sogleich anzugebenden Abänderungen befolgt haben.

Das Verfahren des Hrn. Brewster besteht darin,

dafs unter das Objectiv eines Mikroskops, und dasselbe berührend, eine recht ebene Glasplatte gelegt, und hierauf zwischen beide ein Tropfen der auf ihr Brechverhältnifs zu untersuchenden Flüssigkeit gebracht wird. Es bildet sich dann unter dem Objectiv eine plan-concave Linse der Flüssigkeit, welche bewirkt, dafs man die Stelle eines Körpers, dessen Bild immer an demselben Punkt erscheinen soll, verändern mufs. Bezeichnet man dann mit n und n' die Brechverhältnisse zweier Flüssigkeiten für den Uebergang des Lichts aus Luft in diese Körper, mit D, d, d' die Abstände, vom Objectiv an gerechnet, in welche man ein Object versetzen mufs, damit es unter dem Mikroskop gesehen werde, wenn zwischen dem Objectiv und der Platte folgeweise Luft und eine der beiden Flüssigkeiten befindlich ist, so hat man die leicht zu findende Formel:

$$\frac{n-1}{n'-1} = \frac{\frac{1}{D} - \frac{1}{d}}{\frac{1}{D} - \frac{1}{d'}} = \frac{1 - \frac{D}{d}}{1 - \frac{D}{d'}}.$$

Man kann auf diese Weise nur das Brechverhältnifs einer Flüssigkeit in Bezug auf das einer anderen finden.

Wir haben dies Verfahren so abgeändert, dafs wir, statt der Abstände D, d, d' , die Anzahl P, p, p' der Abtheilungen an einem auf dem Objectträger befindlichen Mikrometer suchten, die zwischen zwei festen Strichen eines im Brennpunkt des Oculars vorhandenen Mikrometers begriffen sind. Diese Zahlen sind, wie leicht zu erweisen, den vorherigen proportional, so dafs auch:

$$\frac{n-1}{n'-1} = \frac{1 - \frac{P}{p}}{1 - \frac{P}{p'}}.$$

Sie haben überdies den Vortheil, sich rascher und vielleicht genauer beobachten zu lassen.

Die Flüssigkeit, auf welche wir die Brechungsverhältnisse bezogen haben, ist destillirtes Wasser; als mittleres Brechverhältniß für dasselbe haben wir $n = \frac{4}{3} = 1,333$ gesetzt.

Man kann übrigens diese Zahl geradezu bestimmen. Dazu braucht man nur zwischen das Mikroskop und den zu betrachtenden Gegenstand einen flüssigen Schirm mit parallelen Flächen einzuschieben. Man muß alsdann, wie leicht zu erweisen, den Gegenstand senken, um ihn noch in dem Mikroskop zu sehen; denn die Lichtstrahlen, obwohl noch parallel aus dem Schirm hervortretend, erleiden eine Ablenkung aus ihrer ursprünglichen Richtung. Bezeichnet man also mit e die Dicke des Schirms, und mit d die Gröfse, um die man den Gegenstand aus seiner ursprünglichen Lage entfernen muß, so hat man:

$$d = e \left(\frac{n-1}{n} \right),$$

worin n das Brechungsverhältniß. Diese sehr einfache Formel kann auch direct das Brechverhältniß eines starren Körpers geben.

Bei Anwendung dieser Methode auf destillirtes Wasser fanden wir, als $e = 10$ Mm. war, $d = 2,502$ Mm. Man hat also:

$$\frac{n-1}{n} = 0,2502, \text{ und daraus } n = 1,3336,$$

d. h. $n = \frac{4}{3}$, da der Unterschied von 0,003 hier nichts bedeuten will.

Am Schlusse dieser Notiz haben wir die mit Hülfe des ersten Verfahrens erhaltenen Resultate in einer Tafel zusammengestellt. Aus ihr ergibt sich Folgendes:

1) Körper von gleicher Zusammensetzung, und, im flüssigen Zustande, wenig verschiedener Dichtigkeit, besitzen ein zwischen enge Gränzen eingeschlossenes Brechverhältniß, während dieses dagegen mit der Verdichtung der Substanz wächst (z. B. beim Terpenthinöl und Colophen).

2) Die flüssigen Kohlenwasserstoffe, von gleicher Dichte, haben ein desto beträchtlicheres Brechvermögen als der Kohlenstoff darin mehr angehäuft ist. So z. B. besitzt das Retinolën ($C_{32}H_{32}$) ein weit größeres Brechverhältniß als das Cetën ($C_{32}H_{64}$), welches, obwohl im flüssigen Zustande an Dichte wenig verschieden von ihm, doch weit weniger Kohlenstoff enthält.

3) Bei Flüssigkeiten, bestehend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sind Brechverhältnisse und Brechvermögen desto beträchtlicher, als die Substanz weniger Sauerstoff enthält, vorausgesetzt, daß die Dichtigkeit dieser Körper nicht sehr verschieden ist. Wenn aber die Dichtigkeit sehr variirt, kann das Gegentheil eintreten, was offenbar beweist, daß die Dichtigkeit des Körpers im flüssigen Zustande ein Element von großem Einflusse ist. Der Cumin-Aether, welcher in 100 weniger Sauerstoff enthält als der Benzoëäther, besitzt ein geringeres Brechverhältniß als der letztere; allein beim ersteren ist auch die Dichte geringer als die des Wassers, bei letzterem dagegen größer. Aehnliches gilt vom Essigäther und Oxaläther.

4) Bei isomeren und im flüssigen Zustand fast gleiche Dichtigkeit besitzenden Körpern, wie z. B. dem essigsauren Methylen und dem Ameisenäther, sind auch die Brechverhältnisse identisch.

5) In dem Maafse als bei Körpern von derselben Familie das Chlor, Brom oder Jod sich anhäuft, wächst das Brechverhältniß, vielleicht wegen Zunahme der Dichtigkeit dieser Körper im flüssigen Zustande.

6) Endlich haben wir beobachtet, daß noch ein anderes Element einen sehr merkbaren Einfluß auf das Brechverhältniß ausübt, nämlich die Dickflüssigkeit der Substanz, dies erhellt auch aus den Beobachtungen des Hrn. Henri Deville über die Chlorovalerisinsäure und Chlorovalerosinsäure.

Wir haben untersucht, ob bei Gemengen solcher Flüs-

sigkeiten, die ohne chemische Einwirkung auf einander sind, das Brechverhältniß des Gemenges gleich sey den Brechverhältnissen der Bestandtheile zusammengenommen. Nach verschiedenen hierüber gemachten Versuchen scheint uns das Gesetz beinahe richtig. Hier einige dieser Resultate:

Gemenge von Alkohol und Elemiöl.

	n .	$n^2 - 1$	Dichte bei 9° C.
Alkohol	1,357	0,841	0,802
Elemiöl	1,475	1,175	0,849
1,258 Vol. Alkohol	1,411	0,990 beob.	0,823
1,000 - Oel			
1,937 Vol. Alkohol ¹⁾	1,397	0,952 beob.	0,818
1,000 - Oel			

Gemenge von Wacholderöl und Chlorwasserstoff-Terpenthinöl.

	n	$n^2 - 1$	Dichte bei 9° C.
Wacholderöl	1,476	1,175	0,8635
Chlorwass. Terpenthinöl	1,488	1,214	1,019
0,931 Vol. Wachh. ¹⁾	1,479	1,187 beob.	0,944.
1,000 - Chl. Terp.			

Wir beehren uns der Academie diese kleine Zahl von Beobachtungen vorzulegen, nur um Datum zu nehmen. In einer künftigen Arbeit werden wir das Dispersionsvermögen der in der folgenden Tafel enthaltenen, und so wie anderer ihrer Zusammensetzung nach wohl ermittelten Flüssigkeiten untersuchen. Ueberdies werden wir studiren, welche Veränderungen das Refractions- und Dispersionsvermögen der Flüssigkeiten beim Acte der Verbindung erleiden; und uns vornehmen, die nach verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate mit einander zu vergleichen, um ihren Werth festzustellen.

1) Die Zusammensetzung der Gemenge aus deren Dichtigkeit berechnet.

Mittlere Brechverhältnisse
oder n . P (für Luft) 20,8
 p (- Wasser) 34,33Angenommen für Wasser.
 $n = 1,333 = \frac{4}{3}$.

	p'	n
Terpenthinöl	47	1,471
Citronenöl	47,5	1,475
Elemiöl	47,5	1,475
Wachholderöl	47,5	1,475
Terebēn	48	1,479
Terebilēn	48	1,479
Kubebenöl	49,5	1,490
Colophēn	53,5	1,517
Colophilēn	53,5	1,517
Eupion	40,33	1,409
Cetēn	45	1,463
Benzēn	51,5	1,504
Cinnamēn	56	1,531
Retinolēn	65,5	1,577
Cymēn	48,75	1,485
Naphtha	40,33	1,409
Retinylēn	53,5	1,517
Retinnaphthēn	51,	1,500
Naphthol	45,3	1,467
Kohlenwasserstoff d. Aethalsäure	44,5	1,450
Aether	36	1,357
Hydrobrom-Aether	41	1,417
Hydrojod-Aether	52,75	1,512
Ameisenäther	36,33	1,361
Essigäther	37	1,370
Oxaläther	39,75	1,406
Oenanthäther	42	1,427
Citronenäther	44	1,446
Brenzcitronenäther	44	1,446
Kampheräther	45,5	1,459
Cuminäther	51,5	1,504
Benzoëäther	52,5	1,511
Essigsaures Methylēn	36,33	1,361
Ameisenäther	36,33	1,361
Benzoilhydrur	58,5	1,545
Salicylhydrur	63	1,570

Ab-

Mittlere Brechverhältnisse
oder n . p (für Luft) 20,8
 p (- Wasser) 34,33.Angenommen für Wasser
 $n = 1,333 = \frac{4}{3}$.

	p'	n .
Absoluter Alkohol	36,33	1,361
Essigsäure, krystallisirte	37,5	1,376
Terpenthinöl	47	1,471
Chlorwasserst. dito, flüssig	49	1,488
Bromwasserstoff dito dito	52,5	1,510
Monochloroterebēn	55,33	1,531
Chlorür	57,5	1,540
Valeriansäure	39,8	1,406
Chlorovalerisinsäure	50,5	1,497
Chlorovalerosinsäure	52,5	1,510
Benzēn	51,5	1,504
Nitrobenzid	60,33	1,554
Chlorkohlenwasserstoff	44	1,446
Bromkohlenwasserstoff	56,5	1,534
Aceton.	37,5	1,376
Essigsaures Amilēn	39,75	1,406
Nelkenöl	51,5	1,504

XII. Ueber die Bestimmung des Brechverhältnisses einiger Körper aus der organischen Chemie; von Hrn. H. Deville.

(Auszug aus den *Compt. rend. T. XI p. 865.*)

Die Bestimmung geschah mittelst des Babinet'schen Goniometers ¹⁾, welches mit Hülfe einiger Vorsichtsmafsregeln noch sehr geringe Unterschiede (z. B. Zehntausendstel) in dem Brechverhältnifs der Körper nachzuweisen erlaubt. So konnte diefs Verhältnifs bei regelmäfsig

1) Das Instrument ist ein Wollaston'sches Reflexionsgoniometer, nur noch versehen mit einer Vorrichtung, die im Ganzen der von Rudberg erdachten (s. Ann. Bd. IX S. 517) ähnlich ist. P.

fortschreitenden Mischungen aus Alkohol und Wasser mit vieler Genauigkeit bestimmt werden, und es ergab sich dadurch, daß diejenige aus gleichen Atomen beider Bestandtheile, d. h. die mit 0,20 Wasser, bei der, nach Rudberg ¹⁾, die Zusammenziehung ihr Maximum erlangt, auch das Maximum des Brechverhältnisses besitzt. Die Brechvermögen zeigen, wie zu begreifen, kein Maximum, da die Dichtigkeit schneller wächst als das Brechverhältniß. — Die Essigsäure besitzt auch ein Maximum des Brechverhältnisses beim Maximo ihrer Dichtigkeit und dicht bei diesem Maximo ein Minimum des Brechvermögens. Diefs rührt daher, daß die Dichte weit langsamer abnimmt als das Brechverhältniß.

Isomere Körper zeigen ein gleiches Brechverhältniß, doch nur dann, wenn sie auch gleiche Dichtigkeit und gleichen Grad von Dickflüssigkeit (*Viscosität*) besitzen. Die meisten mit dem Terpenthinöl isomeren ätherischen Oele, also von der Zusammensetzung C_8H_8 , die an Dichtigkeit und flüssiger Beschaffenheit einander fast gleichen, sind in diesem Fall. Essigsaures Methylen und Ameisenäther besitzen, gleich nach ihrer Reinigung, genau das nämliche Brechverhältniß.

Die Dickflüssigkeit vergrößert bei isomeren Flüssigkeiten das Brechverhältniß bedeutend. Zwei isomere Körper von gleicher Dichtigkeit und analogen chemischen Eigenschaften zeigen, wegen ungleicher Dickflüssigkeit, sehr große Unterschiede in ihren optischen Eigenschaften. Die neulich von den HH. Dumas und Stafs entdeckte Chlorovalerisinsäure z. B. ist bei 15° C. so dickflüssig, daß man sie kaum aus einer Flasche in die andere gießen kann, während sie bei 30° C. die Dünneflüssigkeit des Wassers besitzt. Beim Uebergang aus dem letzteren Zustand in den ersten ist die Verschiebung des Spectrums oder die Zunahme des Brechverhältnisses zu bedeutend, als daß sie alleinig dem Anwuchs der Dichtigkeit des Körpers bei seinem Erkalten zugeschrieben

1) Annal. Bd. XIII S. 496.

werden könnte. Es ist daher sehr nöthig, die Temperatur, bei welcher man beobachtet, anzugeben. Im Sommer würde man das Brechverhältniß einer Säure ganz anders finden als es in nachstehender Tafel, bei 15° C. gemessen, angegeben ist ¹⁾). Folgende Resultate sind die Mittel aus wenigstens zwei, und zuweilen vier übereinstimmenden Beobachtungen:

Wasser	1,3336 bis 1,3339
Alkohol, absoluter	1,3633
- mit Spuren Wasser	1,3639
- - 0,02 Wasser	1,3641
- - 0,10 -	1,3653
- - 0,20 -	1,3662
- - 0,30 -	1,3651
- - 0,40 -	1,3633
- - 0,45 -	1,3629
- - 0,50 -	1,3621
- - 0,60 -	1,3592
- - 0,70 -	1,3544
- - 0,80 -	1,3471
- - 0,90 -	1,3407
- käuflicher, mit nahe 0,20 Wasser	1,3660
Aether, rein	1,3562
Essigsäure, krystallisirt	1,3757
- beim Maximo d. Dichte	1,3781
- - 1,0728 Dichte	1,3712
- - 1,063 -	1,3701
Terpenthinöl	1,472
- verdicktes, bei ei- ner Temp. v. nahe 40° C., wo es sehr dünnflüssig ist	1,4898
- verdicktes u. kaltes	1,4938

1) Vermuthlich sind auch die übrigen Messungen bei 15° C. gemacht.

Flüssiger Terpentinkampher	1,4848
Bromwasserst. Terpenthinöl, flüss.	1,5109
Terpenthinöl - Chlortir	1,5448
Terebēn *	1,474
Chloroterebēn *	1,5294
Monochloroterebēn *	1,5186
Terebilēn *	1,4735
Colophēn *	1,5212
Colophilēn *	1,5175
Citronenöl	1,472
- altes	1,4808
Elemiöl	1,4718
Copaivöl, rein	1,471
- alt	1,504
Chlorovalerosinsäure **	1,4814
Chlorovalerisinsäure **	1,4722
Valeriansäure	1,406
Retinilēn	1,5214
Retinnaphtēn	1,4975
Gewürznelkenöl	1,502
Kohlenwasserstoff der Aethalsäure	1,4508
Wacholderöl	1,474
Orangeöl	1,474
Bigarade - Oel	1,476
Bergamott - Oel	1,468
Pfeffermünzöl, trocken	1,4663
- feucht	1,465
Essigsaures Methylen	1,3631
Ameisensäure	1,3639
Petrolēn	1,4855

XIII. Erläuterungen und Zusätze zu den beiden vorhergehenden Aufsätzen.

Die in der letzten Tafel mit * bezeichneten Stoffe sind einige derjenigen, die Hr. Deville in einer ausführlichen Abhandlung über das Terpenthinöl (*Ann. de chimie et de phys. T. LXXV p. 37*) beschrieben, theils entdeckt oder näher untersucht, theils auch nur mit neuen Namen versehen hat. Er nennt *Camphen* das im Terpenthinölkampher enthaltene Oel, und betrachtet es mit Dumas, Soubeiran und Capitaine als identisch mit dem Terpenthinöl; das aus diesem Kampher durch Destillation mit Kalk abgeschiedene Oel ist das *Camphilen*. (Das *Dadyl* von Blanchet und Sell, das *Tereben* von Soubeiran und Capitaine.) *Tereben* nennt er das in dem flüssigen Kampher enthaltene, und *Terebilen* das aus diesem durch Alkalien ausgeschiedene Oel (Letzteres ist identisch mit dem *Peucyl* von Blanchet und Sell.)

Das *Tereben* kann aus seiner salzsäuren Verbindung (dem flüssigen Terpenthinölkampher) nicht durch Destillation mit Kalk rein erhalten werden, hauptsächlich weil es dabei durch Wirkung des Kalks zum Theil in *Terebilen* verwandelt wird. Am bequemsten erhält man es, wenn man, in einem beständig kält gehaltenen Ballon, Terpenthinöl mit 0,05 seines Gewichts an concentrirter Schwefelsäure vermischt und schüttelt, bis das Ganze dunkelroth und zähe geworden. Man läßt es nun 24 Stunden stehen und gießt dann die zähe Flüssigkeit von dem schwarzen, stark sauren Bodensatz ab. Erhitzt man darauf die Flüssigkeit, so wird sie, nach Entwicklung einiger Blasen von schwefligsaurem Gase, farblos, und wenn sie nun destillirt wird, geht erst Tereben (das durch Rectification über etwas concentrirter Schwefel-

säure vollends zu reinigen) und dann ein anderes Product, das *Colophen*, über.

Das *Tereben* riecht angenehm thymianartig; sein spec. Gewicht im flüssigen Zustand ist $\approx 0,864$ bei 8° C., im dampfförmigen $\approx 4,812$. Es hat gleichen Siedpunkt und gleiche Zusammensetzung wie das Terpenthinöl, und unterscheidet sich von diesem nur durch seine gänzliche Wirkungslosigkeit auf polarisirtes Licht ¹⁾. Mit Chlorwasserstoffsäure verbindet es sich zu einer Flüssigkeit von 0,902 spec. Gew. bei 20° C. und der Zusammensetzung $C_{20}H_{32} + ClH$. Der direct durch Terpenthinöl dargestellte flüssige Kampher hat das spec. Gew. $\approx 1,017$ und die Zusammensetzung $C_{20}H_{32} + Cl_2H_2$. Chlorgas in Tereben geleitet, bis die Entweichung von Salzsäure aufhört, giebt das *Chlortereben*, eine Flüssigkeit ohne Wirkung auf das polarisirte Licht, von 1,36 spec. Gew. bei 15° C. und der Zusammensetzung $\approx C_{20}H_{24}Cl_8$. Destillirt man diese Verbindung, so erhält man, unter Farbenveränderung und Ablagerung von Kohle, in der Vorlage Chlortereben, salzsaures Tereben und das *Monochlortereben*, eine Flüssigkeit, die nach Rectification über schwacher Kalilösung und Trocknung durch Chlorcalcium, das specifisches Gewicht 1,137, bei 20° C., und die Zusammensetzung $\approx C_{20}H_{28}Cl_4$ besitzt.

Das *Terebilen*, erhalten durch Destillation des jodwasserstoffsäuren Tereben mit Kali, und Rectification des Destillats über Antimonkalium, hat im flüssigen Zustande die Dichte $\approx 0,843$ bei 21° C. und im gasigen $\approx 4,767$ (berechnet 4,763), so wie die Zusammensetzung $C_{20}H_{32}$.

1) Terpenthinöl (Camphen) und die Verbindungen desselben mit Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff und Jodwasserstoff drehen die Polarisationsebene des durchgehenden polarisirten Lichts nach der *Linken*, Chlorterpenthinöl ($C_{20}H_{24}Cl_8$), Bromterpenthinöl ($C_{20}H_{24}Br_8$) und Colophon oder Terpenthinöloxyd ($C_{20}H_{32}O_8$) nach der *Rechten*; alle übrigen Producte des Terpenthinöls wirken nicht auf das polarisirte Licht, sobald sie frei sind von Terpenthinöl oder Camphen.

Das *Colophen*, auf angegebene Weise erhalten, durch Redestillation und zuletzt durch Rectification über Antimonkalium gereinigt, ist flüssig, im durchgehenden Lichte farblos, im reflectirten aber dunkel indigblau, wirkt nicht auf polarisirtes Licht, siedet zwischen 310° und 315° , hat gleiche Zusammensetzung wie das Terpenthinöl ($C_{20}H_{32}$), im flüssigen Zustande die Dichte $= 0,94$ bei 9° , und im gasigen vermuthlich $= 9,526$, d. h. die doppelte des Terpenthinöldampfs. Es bildet sich auch, unter Abscheidung von Kohle und Wasser, aus Colophonium ($C_{40}H_{64}O_4$), wenn dieses für sich über lebhaftem Feuer destillirt wird, gemäß der Formel $4C_{40}H_{64}O_4 = 7C_{20}H_{32} + 16H^2O + C_{20}$. Das Colophen absorbirt Chlorwasserstoffgas unter Wärme-Entwicklung zu einer schön indigblauen Verbindung, die aber schon durch Kreide zersetzt wird. Diese Verbindung, durch Destillation mit Baryt zerlegt, giebt das *Colophilen*, auch $C_{20}H_{32}$. Mit Chlor behandelt, giebt das Colophen ein Harz, das Chlorocolophen, von der Zusammensetzung $C_{40}H_{64}Cl_8$, also dem Colophon analog.

Die beiden mit ** bezeichneten Säuren sind Producte der *Valerian-* oder *Baldriansäure*. Dumas und Stafs (*Ann. de chim. et de phys. T. LXXIII p. 113*) haben sie aus der mittelst Kartoffelfuselöl dargestellten Baldriansäure bereitet. Zur Darstellung dieser Säure bedeckt er in einem Kolben Kartoffelöl mit dem zehnfachen Gewichte eines Gemenges gleicher Theile von Kali und Kalk, und erhitzt es in einem Bade von leichtflüssigem Metall bis 170° C. (selbst bis 230° C.) zehn bis zwölf Stunden lang. Es bildet sich dadurch, unter bloßer Entwicklung von Wasserstoffgas (dem nur sehr wenig Kohlenwasserstoff beigemischt ist), eine weiße (anfangs durch Wirkung der Luft stark gelbliche) Masse, die, mit Wasser angerührt (und zwar mit möglichster Ausschlie-

fsung der Luft, weil sie sich sonst wie Zunder entzündet), und mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, als Destillat Valeriansäure ($C_{10}H_{20}O_4$) giebt und sogleich durch vorgeschlagene Lösung von kohlensaurem Natron an Natron gebunden werden kann, während unzersetztes Kartoffelöl ($C_{10}H_{24}O_2$) und ein anderes Product, ein Valerian-Aldehyd ($C_{20}H_{20}O_2$) zurückbleiben.

Die aus dem Natronsalze durch Destillation mit Phosphorsäure abgeschiedene *Valeriansäure* ist dünnflüssig, farblos, stark nach Valerian riechend, sauer und stechend schmeckend, und auf der Zunge einen weissen Fleck machend, hat bei $16^{\circ},5$ C. die Dichte $=0,937$, siedet unverändert bei etwa 175° C., bleibt noch bei -15° C. flüssig, ist leicht entzündbar, und brennt mit weißer, rufsender Flamme. Für sich hat sie die Zusammensetzung $=C_{10}H_{20}O_4$, in ihren Salzen dagegen die $=C_{10}H_{18}O_3$, und die Dampfdichte $=3,67$ (berechnet 3,55).

Im trocknen Zustande und vor Licht geschützt, mit Chlorgas geschwängert, giebt sie die *Valerisinsäure* $=C_{10}H_{14}Cl_6O_4$ (im ungebundenen Zustande), einen durchsichtigen, geruchlosen, scharf und brennend schmeckenden Körper, der schwerer als Wasser, in gewöhnlicher Temperatur halbflüssig, bei -18° C. etwas dicklicher, ohne zu erstarren, aber bei $+30^{\circ}$ C. sehr dünnflüssig ist, bei 110 oder 120° C. sich unter Entwicklung von Salzsäuregas zersetzt, sich augenblicklich mit Wasser verbindet (zu einem sehr dünnflüssigen, schwach riechenden, an Dichte das Wasser übertreffenden Körper), dasselbe aber, längere Zeit im Vacuo bei 100° C. gehalten, wieder verliert. Sie fällt Silbersalze nicht.

Ebenfalls im trocknen Zustande, aber im Sonnenschein, mit Chlorgas geschwängert, entsteht aus der Valeriansäure die *Valerosinsäure*, ein halbflüssiger, farbloser, scharf, brennend und etwas bitter schmeckender Körper, der schwerer als Wasser, bei -18° C. nicht ge-

steht, und bei $+150^{\circ}$ C. unverändert bleibt, in höherer aber unter Entwicklung von Chlorwasserstoff zersetzt wird. Sie fällt Silbersalze nicht. Ihre Zusammensetzung ist, im freien Zustande $=\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{Cl}_8\text{O}_4$, im Silbersalze $=\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Cl}_8\text{O}_3$, im Hydratzustande $=\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Cl}_8\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

XIV. *Ueber einige am Eisen, bei Versuchen über seine Elasticität, beobachtete Erscheinungen.*

(Briefliche Mittheilung von Hofr. Hausmann.)

Göttingen, 2. Dec. 1840.

Das vor Kurzem zur Ausführung gekommene Project der Erbauung einer Kettenbrücke über die Weser bei Hameln machte es wünschenswerth, über die Festigkeit und andere Eigenschaften des dazu auszuwählenden, auf hannöverschen Eisenhütten verfertigten Stabeisens genaue Kunde zu erlangen. Die darauf abzweckenden Versuche wurden durch eine von dem Königl. hannöverschen Ministerium ernannte Commission im April 1834 in der Hensel'schen mechanischen Werkstatt zu Cassel, vermittelt einer von dem Hrn. Oberbergrath Henschel construirten, hydrodynamischen Presse ausgeführt. Ein Auszug aus dem von dem Hrn. Maschinen-Inspector Jordan zu Clausthal über die Versuche aufgestellten Protocolle ist in der 3ten und 4ten Lieferung der Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover enthalten; und ein ausführlicher Bericht darüber wird nächstens im dritten Hefte des vierten Bandes der Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde erscheinen.

Bei den Versuchen über die Elasticität und abso-

lute Festigkeit des Stabeisens erfolgte, auſer der früher, während der Längung zugleich eingetretenen Verdünnung der Stäbe, einige Augenblicke vor dem Zerreiſen, gewöhnlich eine ausgezeichnete Zusammenziehung, die nach dem Zerreiſen oft in der Form eines abgeſtumpften Paraboloids mit wenig aufgeworfener Endkante auf ſolche Weiſe endete, daſs die Bruchflächen ſelbſt eine dem urſprünglichen Querschnitte völlig ähnliche Figur (Quadrat oder Kreis) in verjüngter Dimension darſtellten.

An den Stäben lieſs ſich ſtellenweiſe, ſeltener gleichmäſsig und allgemein verbreitet, bei den höheren Spannungsgraden, vorzugsweiſe bei ſadigem Eiſen, *Wärme-Entwicklung* bemerken, die an den Bruchenden um ſo fühlbarer war, je länger die ſadige Textur bei dem Ausziehen dem Zerreiſen widerſtand. Nahe vor dem Zerreiſen erreichte die Erwärmung mehr und weniger den Grad der Blutwärme ¹⁾.

In gleichem Verhältniſſe mit der Wärme-Entwicklung zeigte ſich an den Eiſenstäben *Magnetismus*, der, nachdem man darauf aufmerkſam geworden war, durch ſtarkes Anziehen von Eiſenfeilſpänen erkannt wurde. Sollinger *Gufsſtahl* von der ſchweiſsbaren Sorte, mit welchem ebenfalls Verſuche angeſtellt wurden, der unter ausgezeichnete Erwärmung und ſtarker Verdünnung an der Bruchſtelle zerrifs, lieſs nur geringen Magnetismus an den Bruchkanten wahrnehmen.

Da die eine Hälfte der Euden von den bei den Verſuchen zerrissenen Eiſenstäben mir zur Aufbewahrung zu Theil geworden, ſo war ich im Stande ſie ſpäter in Beziehung auf etwaige Dauer des Magnetismus zu prüfen. Zuerſt geſchah dieſes im Mai 1834, vier Wochen nach Anſtellung der Verſuche. Ein Theil der Stücke lieſs durch Anziehung von Eiſenfeilſpänen noch deutlich in verſchiedenen Graden Magnetismus wahrnehmen. Ein

1) Vergl. Lagerhjelm in dieſ. Ann. Bd. XIII S. 404, und Bd. XVII S. 348. P.

Stück zog ganze Büschel von Feilspänen an, und bei einem anderen war die Kraft noch so stark, daß Nähnadeln daran hängen blieben. Die Untersuchung gab zu folgenden Bemerkungen Veranlassung.

1) Nur das äußerste, bei dem Zerreißen verdünnte Ende der Stücke liefs Magnetismus erkennen; weder am entgegengesetzten Ende der 3 bis 4 Zoll langen Stücke, noch an anderen Stellen derselben zeigte sich eine Spur davon.

2) An dem verdünnten Ende zeigten sich die Kanten und Ecken, so wie die hervorragenden Spitzen der Fadenbündel am stärksten magnetisch.

3) Die Stücke, an welchen sich unzweideutig Magnetismus wahrnehmen liefs, gehörten der Mehrzahl nach zu den Stäben, welche bei dem Zerreißen im Verhältniß zur Ausdehnung, sich am stärksten zusammengezogen hatten.

4) Magnetismus zeigte sich vorzüglich an solchen Stücken, welche sich durch eine vollkommen fadige Textur auszeichneten.

Im Julius desselben Jahres wurden die magnetischen Stücke abermals geprüft. Die anziehende Kraft zeigte sich etwas vermindert.

Im Julius 1840, also über sechs Jahre nach Anstellung der Versuche in Cassel, liefsen die meisten jener Stücke noch deutliche Spuren von Magnetismus durch Anziehung von feinen Eisenfeilspänen erkennen.

XV. *Bildung des Leidenfrost'schen Tropfens auf Glas; von Dr. A. H. Emsmann,*

Oberlehrer zu Stettin.

Die Erscheinung des Leidenfrost'schen Tropfens wurde von Leidenfrost selbst zuerst auf einem wohlpolirten und rostfreien *eisernen* Löffel wahrgenommen, dann gelang ihm derselbe auch auf einem *kupfernen* halbrunden, wohlpolirten Gefäße, nicht jedoch auf in dem Löffel geschmolzenem Blei oder Zinn; später stellte man den Versuch gewöhnlich an in einem *Silber-* oder *Platinschälchen*. In neuester Zeit (nach den Mittheilungen über die Sitzung der Acad. zu Paris v. 9. März 1840)¹⁾ hat Hr. Boutigny dies Phänomen auch in einem Tiegel von *Blei* wahrgenommen, woraus namentlich folgt, daß kein so hoher Grad der Temperatur nöthig ist, als man gewöhnlich annimmt, da das Blei bereits bei 250° schmilzt. Im Allgemeinen findet man bei Erwähnung des Leidenfrost'schen Tropfens angeführt, daß derselbe sich auf erhitztem Metalle zeige, nur in den nachträglichen Bemerkungen über die Natur dieses Versuchs von N. W. Fischer (Poggend. Annal. Bd. XXI (97) S. 163) heißt es: »Bei dieser Gelegenheit fand ich, daß dieses Phänomen eben so, wie auf erhitztem Metalle, auch auf erhitztem Glase und Porcellan hervorgebracht werden kann, besonders leicht bei Anwendung von flüchtigeren Flüssigkeiten als Wasser.« Diese Notiz scheint ganz in Vergessenheit gerathen zu seyn, wahrscheinlich weil die Methode, den Tropfen auf Glas hervorzubringen, nicht angegeben ist (so läugnet dies z. B. Marchand in seiner Mittheilung über Lampensäure im Pharmaceut. Centralblatte, No. 36 S. 571. v. 5. Sept. 1840), und darum wird hoffentlich die Mittheilung nicht uninteressant seyn,

1) Vergl. S. 130 dies. Bd. d. Annal.

wie ich den Leidenfrost'schen Versuch auf Glas zur Erscheinung gebracht habe.

Man fülle ein nicht zu enges, mit einer Kugel versehenes Haarröhrchen mit Wasser, Spiritus oder Quecksilber, erhitze über einer Spirituslampe die Kugel und halte die Röhre schräg aufwärts. Sobald die Flüssigkeit aus der Kugel getrieben ist, fallen aus der aufrecht gehaltenen Röhre aus den hier condensirten Dämpfen entstandene Tropfen in die glühende Kugel zurück, und zeigen das Leidenfrost'sche Phänomen. Oefters tanzen mehre Tröpfchen gleichzeitig, vereinigen sich aber bald zu einem Tropfen. So konnte ich das Phänomen mehre Minuten hinter einander zur Erscheinung bringen, indem fortwährend, sobald ein Tropfen verdunstet war, bald neue zurückfielen. Die Bedingung ist also, daß die Flüssigkeit nicht, wie es beim Metalle geschieht, kalt, sondern schon in höherer Temperatur befindlich auf das glühende Glas gelangt, indem sonst das Glas zersprengt wird.

Daß bei der Bildung des Leidenfrost'schen Tropfens durch Wasser keine Zersetzung stattfindet, davon überzeugte ich mich hierbei einfach dadurch, daß ich den Versuch mit einer in der Entfernung von einigen Zollen, von der Kugel an gerechnet, umgebogenen Röhre anstellte, so daß ich die Mündung bequem unter Wasser bringen konnte. So wurde das Herabfallen der condensirten Dämpfe nicht verhindert. Ich erhielt hierbei nie, auch nur eine Spur von Gasarten in dem auffangenden Glase.

XVI. Ueber die Zusammensetzung des Batrachits; von C. Rammelsberg.

In seiner „vollständigen Charakteristik des Mineralsystems,“ 3. Aufl. S. 307, hat Breithaupt die äusseren Charaktere eines von ihm zuerst unterschiedenen Minerals vom Rizoniberge im südlichen Tyrol mitgetheilt, welches er wegen seiner, dem Froschleichen ähnlichen Farbe, Batrachit nennt. Vor dem Löthrohr schmilzt der Batrachit; im Phosphorsalz löst er sich mit Zurücklassung eines Kieselskeletts; mit Soda geht er schwer zu einer dunkeln Masse zusammen.

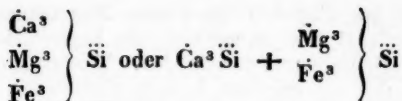
Durch die Güte des Entdeckers erhielt ich reine Stücke dieses Minerals zur Untersuchung, bei welcher dasselbe, da Säuren es nicht sonderlich angriffen, durch Glühen mit kohlensaurem Natron und übrigen auf die gewöhnliche Art zerlegt wurde.

Die Analyse gab:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	37,69	19,58	
Kalkerde	35,45	9,96	
Talkerde	21,79	8,43	} 9,11
Eisenoxydul	2,99	0,68	
Wasser	1,27		
	<hr/> 99,19.		

Wie die beigelegten Sauerstoffmengen darthun, ist der Batrachit ein Drittelsilicat von Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul, worin jene beide Erden zu gleichen Atomen enthalten sind, und nur ein kleiner Theil der letzteren durch Eisenoxydul ersetzt ist.

Die Formel ist demnach:



und die Eigenthümlichkeit des Minerals, welches sich in seiner Mischung dem Olivin nähert, ist hierdurch erwiesen.

XVII. *Erwiderung auf eine Bemerkung des Hrn. Etatsrath Pfaff; von C. H. Henrici.*

— In dem so eben mir zugekommenen zehnten Annalenhefte dieses Jahrgangs hat Hr. Etatsrath Pfaff über meine im Anfange dieses Jahres erschienene Schrift auf eine Weise sich geäußert, welche mir nicht anders als unerfreulich seyn kann. Hr. Pfaff erkennt zunächst den Ursprung und den eigentlichen Zweck meiner Schrift. Alle meine in derselben besprochenen Versuche sind wesentlich in der Absicht, mir selbst über zweifelhafte und streitige Punkte Aufklärung zu verschaffen; ausgeführt worden, und zwar mit viel Sorgfalt und Geduld. Meine Schrift soll in der Hauptsache nur ein anspruchloser Bericht über die Ergebnisse dieser Versuche, und nichts weniger als eine Monographie der darin verhandelten Gegenstände seyn. Dafs in diesem Berichte Eines und Anderes vorkommt, was schon Andere vor mir gesagt und erörtert haben, wie könnte das wohl anders seyn? Aber ich mufs mich doch ausdrücklich gegen den Verdacht verwahren, als könnte ich die Leistungen Anderer geflissentlich verschwiegen haben, und so mufs ich insbesondere noch erwähnen, dafs mein Manuscript bereits abgeschlossen war, als ich mit dem Anfange der höchst vortrefflichen und umfassenden Untersuchungen des Hrn. Prof. Fechner bekannt wurde, mit welchem

ausgezeichneten Physiker zu einem übereinstimmenden Resultate gelangt zu seyn, mir übrigens, begreiflicher Weise, eine große Befriedigung gewährt hat. Was sodann meine Erklärung der galvanischen Ladungsphänomene betrifft, so hat Hr. P. selbst erst vor Kurzem dieselben als noch in großes Dunkel gehüllt bezeichnet ¹⁾. Dafs Herrn Pfaff's Methode der Elektricitätsübertragung von einem ersten Condensator auf einen zweiten feinere Unterschiede erkennen läßt, als die Anwendung eines einzelnen Condensators, ist nicht zweifelhaft, und Hrn. P's. neueste höchst schätzbare Arbeit giebt dazu die sprechendste Belege. Mir war indessen vorzugsweise daran gelegen, bei meinen Versuchen möglichst einfache Methoden in Anwendung zu bringen, und gegen Fehlerquellen mich desto leichter schützen zu können. Auch bin ich glücklich genug gewesen, mit meinen Mitteln dem Gesetzmäßigen in den untersuchten Erscheinungen auf die Spur zu kommen.

Meine Schrift wird ohne Zweifel nicht frei von Irrthümern seyn. Ich wünsche nichts mehr, als darüber aufgeklärt und belehrt zu werden, und werde gewiß unter allen Umständen jeden Irrthum, sobald er als solcher erkannt worden, mit der größten Bereitwilligkeit aufgeben, da es meine Ueberzeugung ist, dafs eine unausgesetzte sorgsame Prüfung alles vorhandenen Materials für die Wissenschaft nur erspriesslich seyn könne. Meine Tendenz ist darum keineswegs eine polemische; vielmehr ist eine solche mir durchaus fremd. So oft ich jedoch von einem wissenschaftlichen Zweifel befallen werde, fühle ich das unabweisbare Bedürfnis, meine Kräfte zur Lösung desselben anzustrengen. Es würde mir sehr schmerzlich seyn, wenn es mir begegnen könnte, durch hierauf berechnete Untersuchungen Andere zu verletzen. Mir gilt lediglich das Interesse der Sache, und ich kann nicht anders, als dieselbe Gesinnung auch bei Andern voraussetzen.

Im Uebrigen kann Niemand bereitwilliger seyn, als ich, Hrn. Pfaff's umfassende Verdienste um die Wissenschaft auf alle Weise anzuerkennen.

1) Diese Annalen, Bd. XXXIX S. 464.